

Anat.

248

kt

Anat. 248 Kt

Koxie

Das
Blutleben

auf

mathematisch - physikalische Gesetze zurückgeführt

von

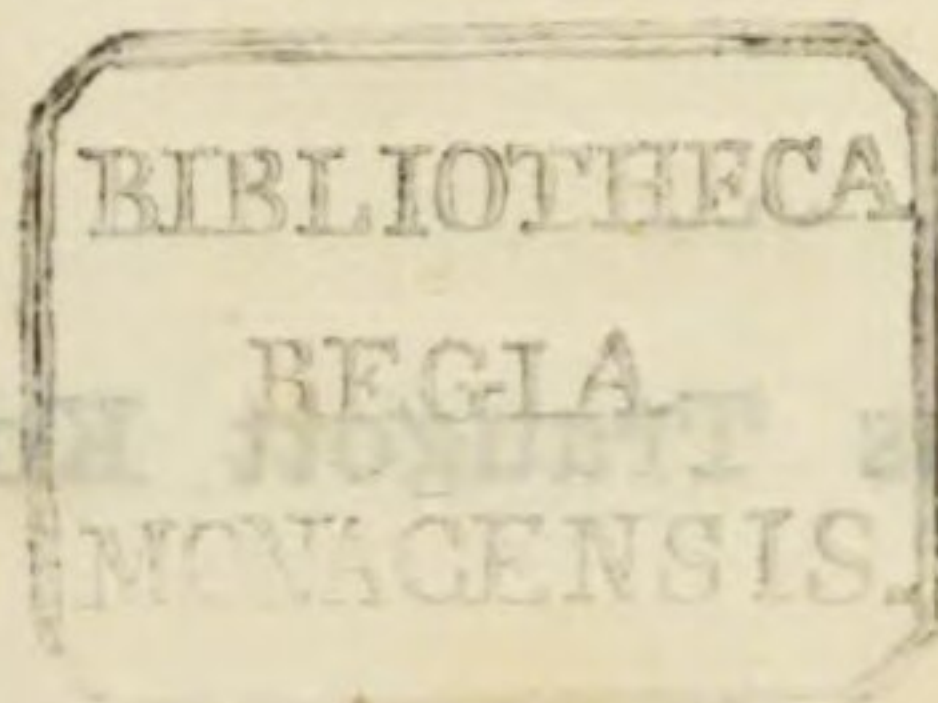
Dr. Julius Traugott Koziel.

Erlangen.

Verlag von Ferdinand Enke.

1861.

158 - Bg.



Druck der A. E. Junge'schen Universitätsbuchdruckerei.

Erlangen.

Verlag von Ferdin. und E. K. F.

1861.

Meinem Freunde und Studiengenossen

Dr. August Freiherrn von Hårdtl,

Badearzt in Gastein, Ritter des königl. belgischen
Leopoldsordens etc. etc.

gewidmet.

Meinen Freunden und Studiengenossen

Dr. August Freiherrn von Hårdt,

Professor in Göttingen, Rector der königlichen Universität
Leipzigerstrasse etc. etc.

gewidmet.

Verlag von A. H. Meyer, Leipzig, A. H. Meyer.

Zum Vorworte ein Nachwort.

Heutzutage will die Welt in der Wissenschaft nichts gelten lassen, als nur Versuche und dadurch verbürgte Thatsachen; und hat darin vollkommen Recht. Allein dieses Recht hat, wie jedes andere, auch seine Grenzen. Blosser Angaben von Thatsachen sind noch keine Wissenschaft; und Versuchsberichte sind, im wissenschaftlichen Sinne, noch keine Thatsachen. Jene sind, wenn es erlaubt ist, sich eines Vergleiches zu bedienen, das Baumaterial; diese wieder die Geschichte, welche Bericht gibt über die Art und Weise, auf welche das Baumaterial gewonnen und woher es bezogen wurde. — Wer nun die Steine aneinander fügt, um ein Gebäude aufzuführen, der verrichtet wahrlich keine geringere Arbeit als derjenige, welcher die Steine gräbt.

Das Gebäude ist fertig. Und nun kommen auch die Steinbrecher herbei, den Bau über der Erde in Augenschein zu nehmen. — Misstrauen im Blick und Ironie, zucken sie mit den Achseln und rufen wie aus Einem Munde: Ein

Blendwerk der Phantasie! Und das will ein Bauwerk sein? Wo sind denn die Trophäen des Bauhandwerks: Stangen, Krampen, Karren, Schutt etc., die als obligate Zierden sonst auf den Bauplätzen umher liegen und das Bauwerk, als ein neues, beglaubigen? — Was kann ihnen darauf erwiedert werden? Der Baukenner weiss, dass für jeden ausgeführten Bau vorher Brechstangen etc. in einem Steinbruch irgendwo in Verwendung waren. Ob der Bauführer bei Gewinnung des Materials selbst Hand angelegt habe, das ist ihm gleichgiltig; er fragt auch nicht nach den Bezugsscheinen für die einzelnen Baubestandtheile; er bescheidet sich, das Ganze auf seine Solidität und Zweckmässigkeit zu prüfen. Findet er diesen beiden Anforderungen entsprochen, dann ist ihm auch das gewiss, wofür das Bauwerk selbst schon als authentischer Zeuge einsteht, dass nämlich der Bauführer sich das benöthigte Material zu verschaffen gewusst habe.

In einer wissenschaftlichen Abhandlung kann davon nicht die Rede sein, wie die darin in Verwendung gekommenen Thatsachen gewonnen, und durch welche Versuche sie bestätigt gefunden wurden. Hier ist die Vorstellung eines bestimmten Zweckes, welchen selbstverständlich doch nur die vorhandenen Thatsachen selbst nahe gelegt haben können, der leitende Gedanke. Für diesen Zweck werden vorläufig die Thatsachen gesammelt und geprüft, ob sie mit andern bekannten Thatsachen nicht etwa im Widerspruche stehen; dann werden sie gesichtet und endlich, mit

steter Rücksicht auf den besondern Zweck, geordnet und mit einander zu einem Ganzen verbunden. Sind die That- sachen für den beabsichtigten Zweck nicht vollzählig, so bleibt dem Unternehmer nichts übrig, als das Fehlende her- beizuschaffen, oder sein Unternehmen aufzugeben. Wird er jedoch des Fehlenden habhaft, so hat er es eben nicht noth- wendig, klein vorzurechnen, wie er dazu kam; welche phy- sikalischen und chemikalischen Behelfe gebraucht oder auch gemissbraucht, und wie viele unschuldige Geschöpfe dabei planmässig oder auch planlos gemisshandelt wurden. Das ist nur dann nothwendig, wenn über eine Thatsache ledig- lich als solche und über ihren Fund berichtet wird; nicht aber auch dann, wenn sie sich, als empirische Grundlage eines Urtheils, aus welchem weitere Urtheile abgeleitet wer- den, einem Systeme von Thatsachen planmässig einreihet. In diesem Falle wären specielle Fundberichte einem Haufen Spreu gleichzuachten, in welchem sich ein geniessbares Fruchtkörnlein verbirgt. Der Kenner wird die neuen That- sachen, als solche, aus dem Ganzen schon herausfinden und aus der Art, wie sie sich darin geben, auch den Weg be- stimmen, auf welchem sie mögen gefunden worden sein. Und auch darin wird er beipflichten, dass es, schon aus Rücksicht auf die kurze Spanne Zeit und die Grösse ihrer Aufgaben, gegen den Zeitgenossen weit billiger sei, demsel- ben das Wissenswerthe alles in dem Volum eines Tropfens, als einen Tropfen des Wissenswerthen in einem Eimer voll Vehikels zu reichen.

In dem Vorliegenden ist der Wissenschaft auch eine Wand angeführt und ist eine Thatsache geworden. Werden nicht auch bei ihrem Anblick diejenigen, welche den Werth einer wissenschaftlichen Thatsache nur nach der Zahl der dafür gemachten Versuche und der dabei zertrümmerten Retorten etc. bestimmen, wie aus einem Munde rufen: Theorie! leere Spekulationen! Thatsache ist nur das, was auf dem Boden eines Reagirkolbens oder auf der Spitze einer Messerklinge vorgewiesen wird! Was lässt sich ihnen hierauf erwidern? Ungefähr nur das: Lasst es gut sein! Reagirkolben und Messerklinge waren schon im Vorhinein dafür thätig; hier aber sind sie, als nicht mehr nöthig, schon wieder aus dem Anblick entfernt. Und ihr habt noch froh zu sein — Empiristen von reinstem Wasser — dass eure, wohl nur in dem entfernteren Dienste der Wissenschaft stehende, Handlangerarbeit, die nicht an und für sich, sondern nur in sofern Werth hat, als ihre Erzeugnisse theoretisch verwendbar sind, an die Theorie Absatz findet. Habt ihr es schon vergessen, oder es noch nicht gewusst, dass jedes eurer Experimente, ohne Ausnahme, insofern es aus der Vorstellung eines bestimmten Zweckes entsprang und einer, eben auch davon eingegebenen, Methode folgte, in allen seinen Phasen von der Theorie diktirt war? Am Ende gebt ihr euch doch noch zufrieden, wenn ihr sehet, dass die vorliegende Arbeit eigentlich auch nichts anderes ist, als die Durchführung eines Experiments. Der Unterschied liegt nur in den Mitteln, deren es primäre und se-

cundäre gibt. Die primären sind die physikalischen und chemikalischen; die sekundären sind die durch die primären gewonnenen Thatsachen. — In Experimenten dieser Art, wie das vorliegende, wird die eine Thatsache durch die andere gemessen und gewogen; und ebenso auf die eine mit der andern auch reagirt. Das Ergebniss davon ist die Art des relativen Verhältnisses, welche mit den andern Arten verglichen wird, ebenso, wie bei Ergebnissen physikalischer und chemischer Versuche die Grössen, Formen etc. Lösungen und Niederschläge miteinander verglichen werden. Theorie an diesem Experimente ist nur die Vorstellung des Zweckes, aus welcher es entsprungen ist und die von dem Zwecke selbst bestimmte Methode: also nicht mehr und nicht weniger, als an Experimenten jeder Art. Alles andere daran gehört der Empirie. Wer kann also, ohne sich selbst blosszustellen, noch behaupten, dass hier nichts, als Theorie und nur Theorie geboten sei? Theorie und Empirik sind in der menschlichen Natur untrennbar mit einander verbunden, wie die Gegensätze eines polar-disponirten Ganzen. Wo die eine ist, kann die andere nicht fehlen; und wer von der Empirie die Theorie ausschliesst, der legt den Arbeitsverstand schon vor der Arbeit bei Seite.

Der Zweck des vorliegenden Experiments ist ein der Wissenschaft nicht unwürdiger, nämlich das Aufweisen der ersten Spuren des organischen Lebens in physikalischen Zuständen und Verhältnissen der sonst als leblos erscheinenden Materie. Wird derselbe erreicht sein: wer kann dann noch

zweifeln, dass die Folgen davon der Empirie, die schon daran ist, in ihrem eigenen Fette zu ersticken, wieder zu Gute kommen werden, insofern sie daraus ungeahnte Ansichtspunkte gewinnt und dadurch in neue Fahrgeleise gewiesen wird. — Ob und in wiefern dieser Zweck durch das vorliegende Experiment erreicht wurde, darüber steht dem Experimentator allein das Urtheil nicht zu!

Wien, 1. September 1861.

Der Verfasser.

Manchmal selbst in ihrer Arbeit, oder als die Ausübung
eines gewissen vorgeordneten Willens, schon der Natur
selbst, wenn sie auch vorher in physiologischer und
genetischer Hinsicht erschöpft und beleuchtet worden
wäre, ein gewisses Interesse an der Sache zu haben.
Der Kreislauf des Blutes ist aber noch etwas so ganz
Eigentümliches und in seiner Art Einziges, dass sich in
der gewöhnlichen Natur irgendwelches nicht wieder findet; es
erscheint denn auch das Ueberwunderbare selbst mit der Form
dieses der Natur, sowohl seiner einzelnen Elemente, der
Einzeltheile, als der Gesammtheit, für das Auge der
Naturforschenden.

I. Einleitung.

Zu den Fragen vom höchsten wissenschaftlichen Interesse gehört zunächst auch die vom Kreislaufe des Blutes, insofern ihre, bisher mehr umgangene, als angestrebte, Lösung nicht nur der Medicin, sondern der Wissenschaft überhaupt, Folgen von unberechenbarer Tragweite in Aussicht stellt; und diess um so mehr, als sich das Leben — das leibliche nämlich im Gegensatze zu dem geistigen — wohl nirgend unmittelbarer und greifbarer darstellt, als im Kreislaufe des Blutes. Der letztere war aber auch kaum schon als solcher, Gegenstand eingehender Studien, wenigstens gibt die Literatur dafür noch keine Belege. Nach dem Zeugnisse der Literatur waren wohl das Gefässsystem mit Einschluss des Herzens und das Blut mit dem, dasselbe erneuenden, Zuflusse von Chylus und Lymphe schon oft der Gegenstand wissenschaftlicher Erörterungen; und es ist auch Alles, was in anatomischem und physikalisch-chemischem Betrachte für die Kenntniss dieser Objekte hat geleistet werden können, schon geleistet worden. Allein Gefässe, Herz und Blut sind, wenn gleich die Mittel, an welchen und durch welche sich der Kreislauf vollzieht, doch nicht selbst der Kreislauf und zwar so wenig, als z. B. die, in irgend einer willkürlichen oder auch zufälligen Ordnung nach Stoff und Form beschriebenen, Theile einer Maschine die

Maschinerie selbst in ihrer Arbeit, oder als die, zur Darstellung eines Begriffes erforderlichen, Wörter schon der Begriff selbst sind, wenn sie auch vorher in etymologischer und grammatikalischer Hinsicht erschöpfend beleuchtet worden wären.

Der Kreislauf des Blutes ist aber auch etwas so ganz Eigenthümliches und in seiner Art Einziges, dass sich in der gesammten Natur ihm Aehnliches nicht wieder findet; es müsste denn sein, dass das Universum selbst mit der Periodicität des Umlaufs, sowohl seiner einzelnen Elemente, der Himmelskörper nämlich, als auch ihrer Systeme für das Aehnliche des Blutkreislaufs genommen würde. — Auf diesem Gebiete hat sich der ahnende Instinkt aber auch viel früher zurecht gefunden, als die Wissenschaft; indem er den thierischen Organismus, dem Makrokosmos gegenüber, einen Mikrokosmos nannte; während der Verstand erst noch dahin zu kommen hat, die Möglichkeit der Identität oder doch wenigstens der Analogie des, allen beiden zu Grunde liegenden Principis zu denken und diesem Gedanken prüfend und weiter forschend nachzugehen: ob er sich nicht etwa doch als ein unabweisbarer herausstellen möchte; in welch' letzterem Falle derselbe, so bald als möglich, zu der ihm gebührenden Geltung zu bringen und für die Wissenschaft fruchtbar zu machen wäre. Uebrigens wird an Mitteln für den Vollzug des Kreislaufs wohl noch etwas mehr erfordert, als nur der mechanische Apparat und das durch denselben in Bewegung gesetzte Blut. Es wird dazu vor allem noch ein, mit dem Blutstrome stetig sich vermischender Luftstrom erfordert und dann das Zusammentreffen ganz besonderer Umstände, die den Mechanismus des Blutkreislaufs erst in Betrieb setzen und unter Einem auch die Wechselwirkung zwischen dem Blute und der Atmosphäre, nämlich die Respiration, bedingen und vermitteln.

Gewisse, mechanische Bestandtheile des Blutes, nämlich die gefärbten Körperchen desselben, bringen unter

besonderen Umständen Erscheinungen hervor, welche als Ausdruck einer Eigenbewegung gedeutet werden können; und das ist auch in einem viel weitern Umfange geschehen, als die hieher gehörigen Thatsachen dazu berechtigten. Es sind nämlich die Blutkörperchen für Urthiere mit willkürlicher Bewegung und der Blutumlauf für die Summe der Einzelbewegungen dieser Thiere erklärt worden; womit es nicht nur zu weit gegangen, sondern auch über das eigentliche Ziel hinaus geschossen war. Es war insofern zu weit gegangen, als durch die allerdings Statt habende Bewegung der Blutkörperchen die thierisch-individuelle Selbständigkeit derselben und durch diese letztere wieder die Willkür der Bewegung sollte bewiesen sein, ohne die vorläufige Sicherstellung entweder der einen oder der andern. Ueber das Ziel hinaus aber war es insoferne geschossen, als der Kreislauf des Blutes im thierischen Organismus aus dem Leben einer Summe anderer thierischer Organismen begreiflich werden sollte; während doch er selbst das Leben des thierischen Organismus erst begreiflich machen soll; ganz abgesehen noch davon, dass die Willkür der Blutkörperchen, wenn dieselben damit wirklich ausgestattet wären, den Kreislauf vielmehr nur unmöglich machen, als den Grund dazu abgeben, oder aber noch eine über ihr stehende Autorität voraussetzen würde, welche die Blutkörperchen zwänge, ihren Marsch unausgesetzt nur in einer Richtung auszuführen. In diesem letzteren Falle aber hat die Willkür aus der Reihe der Bedingungen für den Kreislauf, als ein ganz nichtiges Zwischenglied, wegzufallen. Für die thierisch-individuelle Selbständigkeit der Blutkörperchen spricht nicht das Mindeste, wohl aber gegen dieselbe der ungestörte Thatbestand des Kreislaufs. Ihre Aufnahme in das Eigenthum der Wissenschaft musste daher abgelehnt und die darauf beruhende Behauptung von der Eigenmächtigkeit der Blutbewegung, als unstatthaft, verworfen werden. Allein durch diese Ablehnung ist die Angelegenheit der Blutbewegung

nichts weniger als erledigt und wird es nicht sein, so lange ihr besonderer Grund unbekannt bleibt. Um ihn zu suchen, wird es vor allem nothwendig sein, die Arten der Bewegung etwas schärfer in's Auge zu fassen. Lediglich als Akt betrachtet, wodurch ein Körper im Raume seinen Standort verändert, ist die Bewegung jeder Art allerdings nur eine mechanische. Verschieden ist sie aber doch nach der Verschiedenheit ihres Ursprungs. In Hinsicht des Ursprungs ist die Bewegung eine passive, wenn ein Körper lediglich durch äussern Einfluss seinen Ort verändert und heisst dann schlechtweg die mechanische Bewegung; wie z. B. die durch Druck bewirkte Bewegung eines Räderwerkes. Dagegen wird die, aus eigenem und innerem Einflusse des Körpers selbst hervorgegangene, aktive Bewegung desselben, die lebendige oder willkürliche genannt. Die letztere Art der Bewegung kann dem Blute nicht zuerkannt werden; da demselben weder in seinen besonderen Theilen, den Blutkörperchen nämlich, noch in deren Vereine zu einem allgemeinen Ganzen, der thierisch-individuelle Charakter zukommt. Seine Bewegung scheint aber auch auf den ersten Blick schon eine lediglich passive zu sein und durch die Wirkung der Herzmuskeln vermittelt zu werden. Die bisherigen Untersuchungen über die Ursachen der Blutbewegung schliessen daher auch immer mit der Betrachtung der Muskelwirkung ab und bleiben dabei, als dem letzten Grunde des Kreislaufs, stehen. Da aber die Muskelwirkung unter andern, auch schon den Kreislauf des Blutes, als eine ihrer unerlässlichen Bedingungen voraussetzt, so ergibt sich daraus für die Wissenschaft die Alternative: entweder den Kreislauf, als ein sich mitbedingendes Bedingtes, aus ihm selbst zu erklären; oder aber denselben, als ein Glied eines unauflöslich geschlossenen Kreises von Bedingungen, ganz auf sich beruhen zu lassen; nachdem keine davon ohne das gleichzeitige Vorhandensein aller übrigen auch nur denkbar erscheint. Das letztere wäre freilich ein förmlicher Verzicht auf den beson-

deren Erklärungsgrund des Blutkreislaufs; und ein Hinauskommen über den noch ganz leeren, aber derzeit als allgemeiner Erklärungsgrund benützten, Begriff von der Lebenskraft schlechterdings unmöglich. Aber auch das Erstere scheint bereits zu den Unmöglichkeiten gerechnet zu werden, nachdem in dieser Richtung kein weiterer Versuch gemacht wurde, seitdem der erste verunglückt ist.

Indess dürfte in der Angelegenheit der Blutbewegung an der Möglichkeit eines besseren Erfolges um so weniger jetzt schon zu verzweifeln sein, als in dieser, wohl nur scheinbaren, Aussichtslosigkeit ihres gegenwärtigen Standes noch ein Ausweg übrig geblieben ist, nämlich derjenige, welchen die dritte, bis jetzt aber in der Physiologie noch ganz ausser Acht gelassene Art, der Bewegung noch offen hält. Es ist das die Eigenbewegung, welche zwischen der bloss mitgetheilten, passiven und der spontanen, activen in der Mitte steht, und von welcher es in der Natur bis jetzt nur Ein bekanntes Beispiel gibt, nämlich die Bewegung der Himmelskörper, von welchen auch der populäre Sprachgebrauch schon ganz richtig behauptet, dass sie sich bewegen, nicht aber, dass sie bewegt werden. Die Bewegung der letzteren Art ist das Ergebniss einer doppelten Bedingung; oder das zweier gleichartiger Kräfte, von welchen die eine in den Körpern selbst, die andere aber ausser ihnen liegt; und darf daher mit den beiden ersteren Arten der Bewegung um so weniger zusammengeworfen werden, als die erste oder mitgetheilte lediglich auf der Trägheit der Körper beruht; die zweite aber, oder die willkürliche, lediglich die Aeusserung und das charakteristische Merkmal des thierischen Lebens, sich mit diesem identificirt und, wie dieses selbst, noch ein ungelöstes Räthsel ist.

Es wird daher zu untersuchen sein: ob von den beiden Bedingungen der Eigenbewegung die eine dem Blute oder gewissen seiner besondern Theile eigen sei; und wenn sich ihre Voraussetzung bestätigt haben möchte, den Träger

der andern im Organismus zu suchen. Und es hängt von dem Erfolge dieser Untersuchung ab: ob sich eine Analogie zwischen dem Kreislauf des Blutes und dem Laufe der Himmelskörper werde im Principe durchführen lassen, und ob es je möglich sein werde, die Wissenschaft aus dem Cirkel hinaus zu bringen, in welchem sie sich mit ihrer Erklärung der besondern Erscheinungen des thierischen Lebens bewegt. Der Verstand wenigstens fühlt sich schon von Vornhinein nicht wenig versucht, für die fragliche Analogie instinktiv Parthei zu ergreifen; insofern der Gedanke: die Natur könne, als Grund und Inbegriff aller Erscheinungen doch nur Ihresgleichen hervorbringen und müsse auch in den, zu individueller Selbständigkeit gebrachten, Diminutiven Ihrer selbst, wenn gleich in organischer Form, doch immer nur sich selbst wiederholen, durch seinen Schein des Axiomatischen für sich bestechen will. — Nun, die Betrachtung des Blutkreislaufs wird es jedenfalls herausstellen: ob und in wiefern diesem Gedanken einige Berechtigung zukommt.

II. Auffassung des Blutkreislaufs.

Der Kreislauf des Blutes liegt vor, wie ein verkörperter Begriff, und sagt es daher selber, was er ist; nur sagt er das in einer Sprache, für deren Symbolik es noch keinen authentischen Dolmetsch gibt. Hieraus entspringt die Nothwendigkeit für jeden, der sich für den Blutkreislauf interessirt, das Idiom desselben auf eigene Hand zu studiren. Die Grammatik und das Wörterbuch dazu ist die gesammte Natur, deren allgemeine Formen und Gesetze auch für den Blutkreislauf, nur in ihrer besonderen Anwendung auf denselben, ihre volle Giltigkeit haben. Das ist aber freilich eine etwas zu umfangreiche Aufgabe, um von einem Einzelnen und in der Dauer eines Lebens ge-

löst zu werden. Allein sie übt Anziehung genug, um ihr zahlreiche Theilnehmer an der Arbeit zu verschaffen; auch ist sie nicht neu, um immer wieder von Vorn in Angriff genommen werden zu müssen. Sie hat von jeher die Wissbegierde in so hohem Grade wach erhalten, dass ihr noch jedes Zeitalter seine besten Arbeitskräfte gewidmet hat. Der Faden zu ihrem Studium ist daher auch nur da wieder aufzunehmen, wo ihn die Vorgänger verlassen haben. Und darum ist auch jeder, zur Lösung dieser Aufgabe näher führende, Schritt nicht das Verdienst des Einzelnen, sondern der längst vorbereitete Erfolg einer Arbeit, an welcher sich schon die vorangegangenen Jahrhunderte in irgend welcher Weise betheiligt haben.

Um nun im Besondern wieder zu der Betrachtung des Blutkreislaufs zurück zu kommen, fragt es sich zunächst: wo der Faden zu seinem Studium aufzunehmen sei? Das Beweisverfahren für den Thatbestand des Blutkreislaufs ist geschlossen und für vollständig erklärt. Von da an ist es nicht ferner erlaubt zu zweifeln, dass das, von einem Punkte des Organismus auslaufende, Blut auf Umwegen wieder zu demselben zurück gelangt, um ohne Unterbrechung seinen Lauf wieder aufs Neue zu beginnen. Aber es wird doch erlaubt sein, sich die Beweisart noch einmal anzusehen; nicht um daran etwas auszusetzen oder zu verbessern, sondern um derselben Beweisart das gleiche Recht der Geltung in allen ähnlichen Fällen aufrecht zu erhalten. Die besondern Gründe, aus welchen der Beweis für den Thatbestand des Blutkreislaufs abgeleitet wird, sind: die eigenthümliche Beschaffenheit der in sich selbst zurückgehenden Blutbahn, welche nach Beschaffenheit der darin angebrachten Klappen die Strömung nur in einer Richtung erlaubt; — dann die flüssige Bestandform und die mechanische Zusammensetzung des im Umlauf befindlichen Blutes; — endlich das, die Bewegung in's Werk setzende, mechanische Mittel, welches

in der rhythmischen Wiederholung der Systole und Diastole des Herzens besteht. Diese rein empirischen Gründe reichen vollkommen aus, den Kreislauf des Blutes zu beweisen. Allein die darauf beruhende Beweisführung und die Natur dieses Beweises selbst sind nichts weniger als empirisch; und wenn sie nichts desto weniger doch allgemein so genannt werden, so liegt in dieser Benennung ein Widerspruch, nämlich der der *Contradictio in adjecto*. Das Empirische nämlich ist das, durch die sinnliche Anschauung Wahrgenommene und liegt, in sofern sich die Anschauung mit dem Bewusstsein identificirt, dem letzteren unmittelbar vor und bedarf, als ein unmittelbar Gewisses, nicht erst eines Beweises; ja es ist eines solchen um so weniger fähig, als es selbst die Grundlage und den Ausgangspunkt für jedes Beweisverfahren abgibt. Was aber erst bewiesen werden muss, das kann dem Bewusstsein nicht unmittelbar vorliegen und kann ihm nur mittelbar vorgeführt werden, nämlich durch Abstraction und Induction, indem dasselbe auf ein Empirisches bezogen und mit demselben entweder als dessen Grund oder als dessen Folge in einen unmittelbaren oder auch in einen nur mittelbaren Zusammenhang gebracht wird; wie denn ersteres in dem directen und letzteres in dem indirecten Beweisverfahren geschieht. Die Empirie, indem sie durch sinnliche Anschauung des Concreten dem Bewusstsein unmittelbare Gewissheit verschafft, an welche alle Beweisführung erst anknüpft, hat nichts zu beweisen; sie müsste denn die unmittelbare Thatsache des Bewusstseins beweisen wollen; was aber ganz absurd ist. Allein die sinnliche Anschauung liefert dem Bewusstsein nur von einander gesonderte Wahrnehmungen der Objekte; nicht aber auch die Wahrnehmung ihrer nothwendigen Beziehung auf einander. So hat sie unter andern auch zu der Wahrnehmung der Gefässe, des Herzens und seiner rhythmischen Thätigkeit, des Blutes und seiner Eigenthümlichkeiten etc. geführt, welche aber in der Erfahrung getrennt von einander liegen und

daher nur neben und nach einander wahrgenommen werden können. Beziehung auf einander und den nothwendigen Zusammenhang unter sich erhalten sie aber erst durch das subjektive Hinzuthun des theoretischen Verstandes, welcher sie zu subjektiven Vorstellungen erhebt und diese letzteren durch Urtheil und Schluss zu einem Ganzen verknüpft. — Bevor dieses in Bezug auf die besonderen Mittel des Blutkreislaufs geschehen ist, konnte derselbe nicht aufgefunden und der schon aufgefundene nur von Denjenigen in seiner Nothwendigkeit und Wirklichkeit begriffen werden, welche die empirischgegebenen, mathematisch-physikalischen Prämissen desselben vorher schon eingesehen haben. Die That-
sache des Kreislaufs bildet daher einen zusammengesetzten Begriff, in welchem die an sich leeren Erkenntnissformen des Raumes und der Zeit auf eine, durch den hineingetragenen empirischen Inhalt bestimmte Weise mit einander verbunden sind und kann, als solche, eben so wenig Gegenstand sinnlicher Anschauung werden, wie irgend eine andere, aus besondern auf sinnlicher Anschauung beruhenden, Erkenntnissen erst durch Urtheil und Schluss abgeleitete allgemeine Erkenntniss, sondern ist, wie diese, lediglich das subjecte Erzeugniss und Eigenthum des theoretischen Verstandes. Der Beweis für die Thatsache des Blutkreislaufs ist also lediglich ein theoretischer; und die Wissenschaft, welche selbst in dem besten Falle doch nur eine subjektive Erkenntniss des Objektiven erzielen kann, muss sich nicht nur in diesem, sondern in jedem andern Falle mit theoretischen Beweisen schon zufrieden geben, ohne für deren Richtigkeit eine andere Bürgschaft haben zu können, als die Unmittelbarkeit des subjektiven Glaubens an die Zweckmässigkeit der Organisation des menschlichen Verstandes. Verlangt sie aber mehr, als das, dann verlässt sie den ihr angestammten Boden, wird aberwitzig und hört auf eine Wissenschaft zu sein. — Zu ihrer Beruhigung steht es ihr nicht nur frei, sondern sie ist es sich selbst sogar schuldig,

mit Hilfe des Begriffes vom Logisch-Ganzen Nachschau zu halten: ob die zur Beweisherstellung gezogenen und die Verstandesanschauung wiedergebenden Kettenschlüsse noch irgend welche Lücke haben oder nicht; und dann: ob die, den besonderen Schlusssätzen als Vordersätze dienenden, besonderen Urtheile ihre empirische Begründung haben. Nur in dieser letzteren Auffassung kann die Forderung der Wortführer für die sog. exakte Wissenschaft, dass nämlich alle ihre Beweise empirisch sein müssen, einen Sinn haben. — Zwar kann der Kreislauf des Blutes auch künstlich versinnlicht werden durch Vorrichtungen, welche Nachahmung der Natur bezwecken. Allein alle Vorrichtungen dieser Art sind nur die mehr oder minder gelungenen, praktischen Ausführungen theoretischer Entwürfe, deren Richtigkeit selbst schon präjudicirt ist und können auch schon in so fern, als sie immer nur einen einzigen, herausgerissenen Moment eines organischen Vorganges, der im Zusammenhange mit den übrigen Momenten möglicherweise ein ganz anderes Verhalten bethätigen kann, zur Darstellung bringen, weder die unmittelbare Anschauung des Versinnlichten ersetzen, noch auf das Dasein und die wirkliche Beschaffenheit desselben zurückschliessen lassen und desshalb weder für, noch gegen die Annahme irgend eines natürlichen Thatbestandes, als Beweise, geschweige denn für empirische Beweise, hingenommen werden.

Die Art und Weise, in welcher der Blutkreislauf hier besprochen wurde, lässt es keinen Augenblick verkennen, dass es lediglich in seiner Auffassung als naturhistorische Thatsache geschehen ist. In dieser Auffassung ist die Betrachtung des Blutkreislaufs schon erschöpft, sobald die, zu seiner Darstellung zusammentretenden, besonderen Mittel, als die Merkmale seines Begriffes, vollständig erhoben sind. Allein eine solche Auffassung kann doch nur dem Naturhistoriker genügen, welcher die organischen Vorgänge in der Natur bloss einfach registriert, nicht aber auch nahe

ihrem Grunde und Zwecke erläutert. Zum Behufe eingehender Grund- und Zweckerläuterung aber ist es unerlässlich, den Blutkreislauf als Erscheinung aufzufassen, das ist als ein, an bestimmten Mitteln stetig sich wiederholendes, Geschehen in bestimmter Form; indem nur auf diese Weise seine Verhältnisse erhoben und auch nur aus diesen letzteren sein Grund und sein Zweck ermittelt werden können. Da aber der Blutkreislauf als Erscheinung weder in seinem ganzen Umfange auf einmal, noch in allen seinen Verhältnissen gleichzeitig der sinnlichen Anschauung zugänglich ist, so wird hieraus begreiflich, wie sein wirklicher Bestand zunächst nur als Thatsache musste aufgefasst werden. Harvey hat den Ruhm, der erste gewesen zu sein, der diese Thatsache aus ihren empirisch festgestellten Bedingungen nachgewiesen hatte. Allein das Grosse dieses seines Nachweises besteht eigentlich darin, dass dadurch aus der allgemeinen Erscheinung des thierisch-individuellen Lebens die besondere des Blutkreislaufs herausgehoben und auf diese Weise das zu weite Gebiet der Untersuchung getheilt und in feste Grenzen gewiesen wurde. Unter den gegebenen Umständen aber wird der Blutkreislauf zur Erscheinung nur in der subjektiven Vorstellung, in welcher die, auf empirischem Wege vollständig gesammelten, Theilerscheinungen desselben vergegenwärtigt und zu einem Ganzen verbunden werden.

III. Verhältnisse des Blutkreislaufs.

Es ist leider nicht thunlich, den Verhältnissen des Blutkreislaufes jenen Grad von Klarheit der sinnlichen Anschauung abzugewinnen, dessen sich die Verhältnisse manches Gegenstandes der andern, induktiven Wissenschaften, z. B. der Physik oder der Chemie, erfreuen; da es eben nicht möglich ist, den Kreislaufsapparat unverletzt bloss zu legen und in so weit, als nöthig, auch durchsichtig zu machen, um das ganze Spiel der Cirkulation des Blutes auf einmal überschauen und beobachten zu können. Als Erscheinung ist der Kreislauf des Blutes nur in sehr kleinen Bruchstücken der unmittelbaren Beobachtung zugänglich; und daher haben sich die ihn betreffenden Wahrnehmungen zu ihrer gegenseitigen Ergänzung und Berichtigung, oft wiederholen müssen, bevor sie auch nur einigermaßen sichergestellt und für wissenschaftliche Zwecke verwendbar wurden. So weit aber die Verhältnisse des Blutkreislaufs als empirisch sichergestellte Thatsachen gelten können, lassen sie sich ungefähr in dem Folgenden übersichtlich zusammenstellen.

1. Das Blut läuft überall in eigenwandigen, in sich selbst zurückkehrenden Kanälen, welche die Eigenschaft haben, ihr Lumen dem Volumen ihres Inhaltes innerhalb gewisser Grenzen anzupassen. Das darin laufende Blut kommt auf seinem einmaligen Umwege zweimal zurück zu dem Herzen, mit welchem die cylindrischen, durch Theilung sich verjüngenden, Gefässe unmittelbar zusammenhängen und im Ganzen die Form einer Ellipse haben.

2. Die Blutbahn, mit einer Ellipse verglichen, zerfällt, wie diese, in zwei Hälften mit vier Abschnitten, welche den Ellipsenhälften mit deren vier Kurven, nämlich zwei grossen und zwei kleinen, entsprechen. Die in einen Stamm vereint gedachten Arterien stellen die eine grosse Kurve

dar; die Venen die andere. Die kleinen Kurven werden dargestellt durch die capillären Gefäße, welche aus der Theilung der Stämme in zwei, einander entgegengesetzten, Richtungen entstehen und den Uebergang des Blutes aus den Arterien in die Venen und aus den Venen in die Arterien vermitteln. — Der Fassungsraum der beiden Hälften des Gefäßsystems ist aber nicht gleich; es verhält sich der der Venen zu dem der Arterien, im Mittel geschätzt, wie zu 2.

3. Das Blut, obwohl ein ununterbrochen zusammenhängendes und in raschem Flusse bewegtes Ganze, hat doch, je nach der (Ellipsen-) Hälfte des Gefäßsystems, in welcher es eben fließt, einen verschiedenen Character, den es auf seinem Uebergange aus der einen in die andere nicht allmählig, sondern plötzlich, wie mit einem Schlage, ändert. Das Blut der linken Herzkammer ist nicht arterieller als das im arteriösen Theile der capillären Gefäße und das im venösen Theile derselben ist nicht weniger venell, als das in der rechten Herzkammer. Diese Characterverschiedenheit des Blutes ist unzweideutig ausgesprochen in der Verschiedenheit des Farbentones, des Temperaturgrades und — wenn man will — in dem verschiedenen Verhalten der Gerinnung gegen chemische Reagentien, nämlich des aus dem arteriellen und des aus dem venellen Blute erhaltenen Gerinnungssels.

4. Der Character des Blutes ist nicht nur im Allgemeinen, sondern auch im Besonderen, mit Bezug auf seine einzelnen Fundorte, ein beständiger, nämlich in den Venen immer venell und in den Arterien immer arteriell; was auf der Beständigkeit der Mischungsverhältnisse etc. einschließt, auch der Beständigkeit der Eigenwärme, beruht; indem das ungeschwächte Blut die ihm aufgedrungenen Stoffe, mögen diese bloße Ueberschüsse der ihm eigenthümlichen Gemengtheile, wie z. B. des Wassers, oder der Salze; oder auch absolut fremde Körper, wie z. B. der Alkaloide, Farbstoffe etc.

sein, wieder fallen und aus seinem Bereiche zur Ausscheidung kommen lässt. Dessgleichen kehrt auch die Temperatur wieder auf ihren normalen Standpunkt zurück, sobald die Umstände aufgehört haben, welche dem Blute entweder Erhöhung oder Erniedrigung seiner Temperatur aufgedrungen hatten. Zur Characterbeständigkeit des Blutes gehört übrigens auch noch die Beständigkeit der eigenthümlichen Temperaturverhältnisse in den verschiedenen Fundorten des Blutes, wie z. B. die, dass die Wärme des Blutes vom Bulbus aortae, wo sie den höchsten Stand haben soll, stromaufwärts über die Lungenvenen, Lungencapillaren, Pulmonalarterien etc. bis zu den Hohlvenen, wo sie am niedrigsten stehen soll, stufenweise abnimmt; wobei jedenfalls das, als sonderbar, auffallen muss, dass die Wärme des Blutes in dem rechten Vorhofe des Herzens, nämlich in der unmittelbaren Fortsetzung der beiden Hohlvenen, ohne einen sichtbaren Grund schon eine höhere sein soll. Nach neueren Angaben aber soll das Blut der Venen überhaupt wärmer sein, als das der Arterien, und das der Lebervenen insbesondere am wärmsten.

5. Die im Kreislauf befindliche Masse ist ein gleichförmiges, mechanisches Gemenge von tropfbar flüssiger Bestandform und klebriger Consistenz und ist zusammengesetzt aus Luft, Flüssigkeit und soliden Körperchen, den sog. aufgeschwemmten Blutbestandtheilen. Die mechanischen Blutbestandtheile lassen sich, wie folgt, characterisiren.

a) Die Luft ist die atmosphärische Luft, welche aber in ihrer procentischen Zusammensetzung von der äussern in sofern abweicht, als sich ihr Gehalt an Sauerstoff, dem Stickstoff gegenüber bedeutend höher stellt; und dann kohlen-saures Gas, dessen zu der Menge des Sauerstoffes ursprünglich proportionirte Menge mit dieser in dem umgekehrten Verhältnisse wechselt.

b) Die Flüssigkeit ist Wasser, in welchem verschiedene organische Stoffe von bestimmter chemischer Zusammen-

setzung, namentlich die verschiedenen Eiweissstoffe und Salze, einschliesslich der Seifen, in bestimmten Mengenverhältnissen gelöst sind.

c) Die aufgeschwemmten Blutbestandtheile sind hauptsächlich von zweierlei Art. Die der ersteren Art sind die rothgefärbten Blutkörperchen, deren Grösse und Form hier als bekannt vorausgesetzt werden. Ihre Grössen- und Formverhältnisse sind beständig; aber nach Art, Gattung und Klasse des Organismus, dem sie angehören, verschieden und für diesen charakteristisch. Auch steht ihre Menge zu der Menge der dieselben enthaltenden Flüssigkeit in einem bestimmten Verhältnisse; und die Aenderung dieses Verhältnisses dürfte nicht bloss zum Stande der Gesundheit, sondern auch zur Individualität nach Constitution, Geschlecht, Temperament, Alter etc. in engster Beziehung stehen. Wesentlich für den Character dieser Körperchen ist nicht nur die chemische Verschiedenheit der Stoffe, aus welchen sie mechanisch zusammengesetzt sind, sondern selbst auch die Art dieser Zusammensetzung. Sie bestehen nämlich aus einer farb- und structurlosen Hülle — dem sog. Globulin — und einem rothen Farbstoffe, dem Haematin. Beide sind Abkömmlinge des Eiweissstoffes; aber in ihrer Zusammensetzung doch von einander sehr verschieden, sowohl in den procentischen Verhältnissen ihrer Elemente, als auch in den letzteren selbst; denn das erstere, nämlich das Globulin, enthält Schwefel, aber kein Eisen; das letztere hingegen, nämlich das Haematin, enthält Eisen, aber keinen Schwefel. Ueber die Art, in welcher sich diese Stoffe in dem Blutkörperchen zu einander gruppiren, hat bisher noch keine volle Uebereinstimmung der Ansichten erzielt werden können; allein aus dem Verhalten dieser Körperchen folgt wenigstens so viel als gewiss, dass die Hülle den Farbstoff nicht im flüssigen Zustande einschliessen und auch von demselben nicht bloss getränkt sein könne, um zwischen den beiden Stoffen im Blutkörperchen etwa ein ähnliches Ver-

hältniss eintreten zu lassen, wie das, zwischen zwei verschiedenen Metallen in ihrer Legirung, bestehende. — Die Blutkörperchen besitzen ein grösseres specifisches Gewicht, als die farblose Flüssigkeit, in welcher sie schwimmen; und indem dieselben darin, oder vielmehr damit, ihren Weg durch die Gefässe weiter verfolgen, behalten sie ihre gegenseitige Stellung in gleichweiten Abständen von einander unverändert bei, als wären sie in einer unnachgiebigen Masse eingeschlossen. Auch bleiben sie ausser aller Berührung mit der Gefässwand; wissen jedem Hindernisse namentlich an den Theilungsstellen der Gefässe, auszuweichen und, wo sie einzeln hintereinander schwimmen müssen, sich in der Längensaxe des Blutgefässes zu erhalten. Unter dem Mikroskope äussern sie im frischen Blute die bedeutungsvolle Eigenheit, sich in Form von Münzenrollen an einander zu reihen und dann noch die Enden ihrer Reihen an einander zu schliessen; wodurch Figuren, des durch sie begrenzten Raumes von mehr oder minder runder, oder auch polygoner Gestalt, zum Vorschein kommen. Früher oder später geben sie diese ihre Verbindung wieder auf und fallen auseinander, ohne je wieder dieselbe oder eine ähnliche Erscheinung zu wiederholen. Blutkörperchen aber, welche in einem, durch den Einfluss der atmosphärischen Luft oder durch chemische Zusätze veränderten Plasma selbst eine Veränderung erlitten haben, oder auch nur ihres Farbestoffes verlustig geworden sind, bringen die besprochene Erscheinung niemals hervor. Die aufgeschwemmten Blutbestandtheile der zweiten Art sind die farblosen Körperchen, nämlich die Lymphkörperchen und die sog. Faserstoffschollen. Die Menge derselben ist sehr wandelbar und im Verhältnisse zu der der gefärbten Körperchen höchst unbedeutend. Im Blutstrom treiben sie, sichtlich nur von der Gewalt desselben fortgerissen, immer nur seitlich an der Wand der Gefässe, bleiben zuweilen haften, häufen sich an und werden, nach einigem Verweilen, wieder von einander getrennt und weiter

geschoben. Hier geschieht ihrer aber auch nur in sofern Erwähnung, als es wichtig ist, den Contrast ihres Verhaltens im Blutstrome den gefärbten Körperchen gegenüber hervorzuheben.

6. Der Blutstrom muss mit einem Strome der atmosphärischen Luft in beständiger Berührung sein; denn der selbe kommt sogleich zum Stillstand, wenn sein Verkehr mit der atmosphärischen Luft auf irgend welche Art aufgehoben wurde. Der letztere ist daher ein wesentliches Ergänzungstück des ersteren und muss daher im Zusammenhange mit diesem betrachtet werden; indem die sich gegenseitig bedingenden Verhältnisse des einen und des andern nur mit einander gehörig aufgefasst und nur durch einander verstanden werden können.

7. Zwischen den respiratorischen Bewegungen des Brustkastens und den circulatorischen des Herzmuskels ist ein gewisser Parallelismus nicht zu verkennen. Die Gestaltung dieser Bewegungen in der Zeit heisst ihr Rhythmus. Auf den Rhythmus der Respiration kann der Wille unmittelbaren Einfluss üben; indem er denselben sowohl zu beschleunigen, als auch zu verlangsamen vermag. Nicht aber auch eben so auf den Rhythmus der Circulation. Allein der erstere kann ihm zum Mittel werden, auch den letzteren abzuändern; indem durch heftige und lang anhaltende Ausathmungen nicht nur der Puls der Speichenarterie zum Verschwinden gebracht, sondern auch selbst der Herzschlag unterdrückt wird. Umgekehrt, beschleunigt auch der beschleunigte Rhythmus der Circulation den der Respiration derart, dass eine, im Verhältnisse zu der Zahl der Circulationsbewegungen durch Verschulden des Willens versäumte Athembewegung nichts destoweniger doch wieder eingebracht und vergütet werden muss durch Verstärkung der nächstfolgenden in welcher zwei in eine gleichsam zusammengezogen erscheinen, zum Behufe der Zeitersparniss. — Diese Thatsache der strengsten Gegenseitigkeit zwi-

schen der Respiration und der Circulation muss, auf Grund ihrer Beständigkeit, für die sinnlich wahrnehmbare Aeusserung eines eigenen Respirationsgesetzes betrachtet werden, welches auf einen allgemeinen Ausdruck zurückgebracht, sich durch Worte provisorisch ungefähr also wiedergeben lassen dürfte: **Eine Bluteinheit bedarf in einer Functions-Zeit-Einheit eine genau bestimmte Menge atmosphärischer Luft.** Den hier allgemein ausgedrückten Verhältnisswerthen lassen sich, aus der Erfahrung entlehnte, concrete Werthe unterstellen insofern, als auf vier Herzschläge beiläufig ein Athemzug benöthigt wird; oder mit andern Worten: die beiden Werthe verhalten sich zu einander wie 4: 1.

In diesem Verhältnisse steigen und fallen die absoluten Werthe der beiden Rhythmen, indem sie sich, je nach Beschaffenheit der Umstände, bald in dem graden, bald in dem umgekehrten Verhältnisse zu einander stellen. In dem graden Verhältnisse kommt in der Zeiteinheit auf je vier Pulsschläge mehr oder weniger, auch ein Athemzug mehr oder weniger; in dem umgekehrten Verhältnisse aber, von welchem es zwei einander entgegengesetzte Fälle gibt, steigt oder fällt der absolute Werth des einen Rhythmus, während der des andern fällt oder steigt. Das letztere Verhältniss, nämlich das umgekehrte, tritt ein, wenn das erstere, nämlich das gerade, nach der einen oder der andern Seite hin, seine relative Grenze überschritten hat. Dann fällt die Zahl der Athemzüge um einen auf je vier Pulsschläge, um welche sich deren Zahl in der Zeiteinheit gesteigert hat. Dieser Fall tritt ein in acuten Vergiftungen mit Alcohol und diesem ähnlich wirkenden Substanzen; sowie auch auf der Verschlimmerungshöhe sämtlicher Fieberkrankheiten, namentlich aber auf der Höhe des Hitzestadiums im Wechsel- fieberparoxysmus und in Agone. Dagegen steigt die Zahl der Athemzüge um einen auf je vier Pulsschläge, um welche

sich deren Zahl in der Zeiteinheit vermindert hat; was nach Gehirnerschütterungen und im Paroxysmus der typischen Form des Asthma der Fall ist.

Die Erklärung des graden Verhältnisses unterliegt keiner Schwierigkeit; indem es ganz natürlich erscheint und wie von selbst sich verstehend, dass der Rhythmus zweier, in ihrem Zwecke zusammengehender Functionen gleichzeitig steige oder falle. Dagegen bleibt der Umschlag ihres Werthverhältnisses, aus dem graden in das umgekehrte, ungreiflich, wenn es nicht angehen sollte, den Begriff der Blutfunction von dem der Circulation zu trennen und den Vorgang jener aus dem Vorgange dieser, als einen besonderen und selbständigen, auszuscheiden. Zu dieser Ausscheidung ist aber guter Grund vorhanden insofern, als die Circulation weder die ausschliessliche, noch unmittelbare Folge der Blutfunction, sondern das Ergebniss der Zusammenwirkung mehrerer, und zum Theil aus der Blutfunction abgeleiteter, Kräfte, namentlich der Nerven- und der Muskelkraft, schon die Blutfunction voraussetzt und daher nicht in Allem und Jedem mit ihr Eins und Dasselbe ist. Als dann steht die Respiration nicht sowohl mit der Circulation, als vielmehr nur mit der Function des Blutes in unmittelbarem Zusammenhange, welcher es bedingt, dass sie nothwendig mit der letzteren in dem graden Verhältnisse auch steigen und fallen müsse, die Circulation aber immerhin unberührt lassen, ja derselben sogar sich derart gegenüber stellen könne, dass je nach Beschaffenheit der Umstände, bald diese über jene, bald jene über diese das Uebergewicht erhält, wo dann ihr Verhältniss zu einander das umgekehrte ist. In diesem Falle bilden ihre Grössen zu einander einen diametralen Gegensatz, welcher so, wie alle Gegensätze, seinen Indifferenzpunkt hat, auf welchem sich die Verhältnissgrössen der hier zusammengehenden Functionen, als schon ursprünglich zu einander festbestimmte, darstellen; nämlich: Für eine Functionseinheit eine Luftein-

heit in einer Circulationszeiteinheit, gleichsam als die Textirung des die Respiration quantitativ normirenden Gesetzes. — Was hier unter der Blutfunction eigentlich zu verstehen sei, das kann jetzt noch nicht zur Sprache kommen; es muss vielmehr berichtigend noch hinzugefügt werden, dass selbst der Ausdruck „Function“ nur ein provisorischer ist, zur Bezeichnung des noch unbekannten Factors, welcher mit dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft, als dem andern schon bekannten Factor die Function zum Producte hat. Allein so viel stellt sich aus den hervorgehobenen Verhältnissen jetzt schon, als gewiss heraus, dass Function und Circulation des Blutes nicht in einem Begriffe zusammenfallen, und dass daher für das vereinte Geschäft der Respiration und Circulation ausser den bekannten mechanischen Momenten der Brustkasten- und Herzbewegung, noch ein anderer, bis jetzt unbekannter, eintreten müsse, als eigentlicher Träger des oben nachgewiesenen Respirationsgesetzes.

8. Verschieden vom Rhythmus ist der Typus der Circulation. Der erstere hat lediglich die Zeit zu seinem Maasse; und seine Regelmässigkeit hängt ab von der mechanischen Vollkommenheit des betreffenden Organes; insofern seine Fehler immer einen hinkenden Gang seiner Verrichtungen zur Folge haben. Die mechanischen Fehler des Circulationsapparates, mögen sie nun bleibend, oder auch nur vorübergehend sein, lassen sich alle, entweder auf Verengerung, oder auf Erweiterung des Blutweges zurückführen und üben auf den Rhythmus des Blutlaufes den entsprechenden Einfluss. Da aber die mechanische Anomalie selbstverständlich nur einzelne Stellen, niemals aber die ganze Stromentwicklung der Blutbahn gleichzeitig betrifft, so kann auch die Störung des Rhythmus nur eine örtliche sein und nur denjenigen Abschnitt der Blutsäule treffen, welcher die schadhafte Stelle eben passirt. Der Typus dagegen hat den Raum zu seinem Maasse, erstreckt sich immer über die ganze

Stromentwicklung entweder der ganzen Blutbahn oder eines ganzen Zweiges derselben und findet in der Wellengrösse des Blutes seinen Ausdruck, dessen Gegensätze in dem grossen, vollen und in dem kleinen, leeren Pulse unterschieden werden. Es sind das Gegensätze, wie sie bei einem und demselben Individuum in verhältnissmässig kurzen Zwischenräumen auf einander folgen z. B. in dem Kälte- und in dem Hitzestadium des Wechselfieberparoxysmus; oder auf der Höhe der typischen Verschlimmerung jeder fieberhaften Krankheit und kurz vor und bald nach dieser Verschlimmerung. Die Verschiedenheit des Rhythmus und des Typus der Circulation leuchtet aber am klarsten ein, wenn Störungen beider in einem und demselben Individuum zufällig zusammentreffen, z. B. der fieberhafte Zustand und organische Fehler der Blutbahn, und namentlich des Herzens; in welchem Falle neben den Merkmalen des gestörten Typus auch die des gestörten Rhythmus der Circulation anzutreffen und von einander deutlich zu unterscheiden sind.

Der Typus der Circulation besteht nämlich darin, dass sich das Blut periodisch, das eine Mal mehr auf das Gebiet der Arterien, das andere Mal wieder mehr auf das der Venen wirft; — es ist das eine wahre Ebbe und Fluth des Blutes, ganz ähnlich der des Meeres. Das derartige Auf- und Abwogen des Blutes wechselt mit einander zweimal in 24 Stunden ab. Der Typus ist daher ein täglicher. Ob es auch einen monatlichen und einen jährlichen und einen intercurrenten Witterungstypus gebe, das lässt sich unmittelbar nicht beobachten; wohl aber vermuthen und indirect erschliessen, sowohl im Allgemeinen aus den analogen Erscheinungen in der organischen Natur, als auch im Besondern aus dem Typus der individuellen Lebensenergie. Ja selbst der tägliche Typus der Blutcirculation ist kein Gegenstand des directen, empirischen Nachweises, wenn die, allerdings wahrnehmbaren, täglich zweimal sich wiederholenden Schwankungen der Pulsgrösse nicht dafür sollten

gelten können; insofern es unmöglich ist, den Kreislaufsapparat, ohne erhebliche Störung der normalen Functionen, in dem Umfange blosszulegen, als zur Anbringung der zweckentsprechenden Vorrichtungen nöthig wäre, um daran, sowohl im Gebiete der Arterien das typische Steigen und Fallen der Blutwelle, als auch das demselben entsprechende Gegenpiel in den der Venen, beobachten und sicher stellen zu können. Die Vorrichtung für diesen Zweck würde darin zu bestehen haben, dass die sich entsprechenden Gefässgegenstände sowohl im Gebiete der Arterien als in dem der Venen in genügender Länge horizontal durch starrwandige, mit gefärbter Flüssigkeit gefüllte Röhren gelegt würden. Der verschiedene Druck, welchen die Blutgefässe, entsprechend ihrem Schwellen und Abschwellen, auf den Rohrinhalt ausüben würden, müsste denselben in communicirenden, senkrecht darauf gestellten, graduirten Röhrchen steigen und fallen machen. Allein bei der praktischen Unausführbarkeit eines solchen Versuches kann auf denselben um so eher verzichtet werden, als der Typus der Circulation durch den ihm parallelen Typus der Respiration, als Thatsache hinlänglich verbürgt und indirect bewiesen wird. Denn der letztere ist der Beobachtung unmittelbar zugänglich; am besten noch an schlafenden, gesunden Neugeborenen, an welchen es nicht zu verkennen ist, wie die Athembewegungen ihres Brustkastens periodisch an Umfang und Freiheit gewinnen und die Entwicklung eines grösseren und freieren Pulses im Gefolge haben. An Erwachsenen verräth sich der Circulationstypus an der bald gehobeneren, bald gedrückteren Tagesstimmung des Gemüthes, an dem s. g. Launenwechsel, wovon der Grund in psychischen Gelegenheitsmomenten vergeblich gesucht wird; wohl aber in dem Zusammenhange dieser psychischen Erscheinung mit dem bald freien, bald beschränkteren Wellenspiel des Blutes in den bezüglichen Gefässgebieten zu finden ist. — Für den monatlichen und jährlichen Typus der Circulation sprechen aber,

abgesehen von dem Typus in den Aeusserungen des Hypochondrismus und Hysterismus, vor Allem die periodisch freieren Regungen des Geistes, welche eine entsprechende Leichtigkeit in jeglicher geistigen Arbeit und das bessere Gelingen derselben bedingen und in der Zeit mit der grösseren Freiheit der Blutbewegung zusammenfallen.

Die Verhältnisse des Circulationstypus auch quantitativ zu bestimmen, d. h. den relativen Abstand der typischen Höhe und Tiefe der Blutwelle zu messen und den Zusammenhang derselben mit andern Erscheinungen des individuellen Lebens nachzuweisen, wird die Zukunft erst noch zu lehren haben. Vor der Hand aber kann es schon dabei sein Bewenden haben, den Typus der Circulation, als natur-historische Thatsache, im Allgemeinen erkannt und den physiologischen Werth desselben zugänglich gemacht zu haben.

9. Die Vertheilung des Blutes auf die einzelnen Zweige seiner Bahn richtet sich nicht lediglich nach den Gesetzen der Hydrostatik; insofern dieselben nicht bloss die Möglichkeit des Circulationstypus unbedingt ausschliessen, sondern auch dem Blutumlauf in elastischen Röhren von verschiedenem Grade der Widerstandsfähigkeit, zumal bei einer Vertheilung derselben, wie sie eben besteht, keine geringen Verlegenheiten bereiten würden; Verlegenheiten, welchen durch kein System von Klappen abzuhelfen wäre. Das circulirende Blut gehorcht daher nothwendig noch einem anderen Gesetze, als nur dem der Schwere. Dieses, hier allerdings noch fragliche, Gesetz in Abrede stellen und vor offenbaren Thatsachen, die mit Nothwendigkeit darauf hinweisen, wie unter andern die des Typus der Circulation, die Augen verschliessen zu wollen, würde schon darum nicht lang helfen, weil die Wissenschaft eben nicht monopolisirbar ist. Die Thatsachen haben ihr Recht und dazu eine unverwüstliche Stimme, um es dadurch zur Geltung zu bringen. Sie lassen sich daher weder umgehen, noch widerlegen; und es hat noch Jeder, der es unternahm, Thatsachen zu

leugnen, oder ihren Verhältnissen Zwang anzuthun, sei es, dass er sie nicht begriff, oder dass ihm die Folgen ihrer Anerkennung unbequem waren, damit nur eigenhändig das Armuthszeugniss für sich geschrieben und es, je nach der Wichtigkeit der Sache, oft sogar auf die Nachwelt überliefert und sich damit freilich auch ein Denkmal der Unsterblichkeit gesetzt, wofern es ihm um ein solchse zu thun war.

10. Die Störungen, welche der Typus der Circulation zuweilen erfährt, erstrecken sich, wie im Orgasmus und Fieber, entweder über das ganze System; oder, wie in der örtlichen Hyperämie und Stase, nur über besondere Zweige der Blutbahn. Allein die auf einzelne Zweige der Blutbahn sich beschränkende Störung des Circulationstypus ist eine Erscheinung, welche eine, von der allgemeinen unabhängige, Stromweise in jedem besonderen Zweige der Blutbahn zu ihrer nothwendigen Vorbedingung hat; welcher letztere Grund wieder nur in dem ursprünglichen Plane für die ganze Anlage des Blutbahnsystemes kann gegeben sein.

11. An den Begriff der Erscheinung knüpft sich unauflöslich der Nebengriff der Vergänglichkeit; in welcher letzterem aber wieder der Wandelbarkeit enthalten ist. Der Blutkreislauf hat daher seinen Anfang und sein Ende in beständiger Wiederholung derselben. Der erstere wird durch den vereint gedachten Zufluss von atmosphärischer Luft, von Chylus und Lymphe; das letztere hinwieder durch Bildung und Ausscheidung von Schlacken in Harn und Galle etc. bezeichnet und dargestellt. Zufluss und Ausscheidung sind daher nothwendig als der Anfang und das Ende des Blutkreislaufs aufzufassen. Dazwischen liegt die Geschichte der Veränderungen, welche die in den Kreislauf, zum Behufe seines Unterhaltes, gebrachten Stoffe auf ihrem Umlaufe erleiden. Das Geschehen selbst ist der unmittelbaren Beobachtung ein für allemal entzogen und kann nur aus seinen Bedingungen und deren Endergebnissen erschlossen und beurtheilt werden. Es handelt sich vor der

Hand aber weniger um die Kenntniss jeder einzelnen Stufe in der auf- und absteigenden Leiter der Stoffumwandlung, als vielmehr um die Erkenntniss des Gesetzes, nach welchem diese Wandlungen vor sich gehen. Als Mittel- und Höhepunkt des ganzen, mit einer Bogenlinie vergleichbaren, Herganges stellt sich das vollendete Blutkörperchen dar. Dasselbe war noch nicht beim Anfange des Kreislaufs und bei dem Ende desselben ist es auch wieder nicht mehr. Die Geschichte des Blutkörperchens, als einer besonderen Erscheinung in der allgemeineren des Blutstromes ist daher auch die Geschichte der im Blute vor sich gehenden Veränderungen und begreift in sich das Wesen und die Bedeutung des Blutkreislaufs. Die Geschichte des Blutkörperchens, in Bezug auf seine Entstehung und seinen Untergang, ist freilich nicht bekannt; dafür aber sind es die Eigenthümlichkeiten des Blutkörperchens auf der Höhe seiner Erscheinung wenigstens insoweit, als nothwendig, um daraus das Gesetz zu erkennen, welchem es gehorcht, und welchem daher mit gleicher Nothwendigkeit auch seine Entstehung, so wie sein Untergang unterworfen sein müssen. Uebrigens kann das Entstehen eines Blutkörperchens innerhalb des schon bestehenden Blutkreislaufs an keine anderen Bedingungen geknüpft sein, als an die, unter welchen die ursprüngliche Bildung der Blutkörperchen im Keime des Embryo noch vor allem Anfang des Blutkreislaufs vor sich ging, nämlich an das Vorhandensein eines bildbaren Stoffes, der atmosphärischen Luft und insbesondere deren Sauerstoffs; vor Allem aber an den Einfluss eines specifischen, von Wärmeerscheinung eines bestimmten Grades begleiteten Erregungszustandes der Nachbargebilde. Es sind das Bedingungen, welche in dem circulirenden Blute in keinem geringeren Maasse vorhanden sind, als in dem, der Brütung unterworfenen, Eie.

12. Unter den Verhältnissen des Blutkreislaufs muss hier noch der Gerinnungserscheinung, als einer ausseror-

dentlichen, Erwähnung geschehen; nämlich des Ueberganges, welchen das Blut aus seiner flüssigen Bestandform in die festweiche macht, unter Zurücklassung einer mehr oder minder klaren und farblosen Flüssigkeit, welche bei Erhitzung selbst noch gerinnt. Das Gerinnsel der letzteren Art braucht hier nicht besonders in Betracht genommen zu werden; dagegen überaus wichtig ist das Gerinnsel der ersteren Art, welches alle aufgeschwemmten Blutbestandtheile in sich aufnimmt. Es bildet sich, unter Voraussetzung ganz normaler Verhältnisse der Mischung, wenn das Blut auf irgend welche Art an seinem Umlaufe gehindert wurde. Diess geschieht, indem es entweder aus seinen natürlichen Gefässen herausgenommen, oder aber in denselben durch Unterbindung ausser Zusammenhang mit dem übrigen Blute gehalten wird. Die Zeit der Gerinnung ist von verschiedener Dauer. Um sich in diesem Betreff besser zurecht zu finden, ist es vortheilhaft, neben einer mittleren Gerinnungszeit, auch einen mittleren Grad der Blutenergie, als normale, anzunehmen. Alsdann stehen Gerinnungszeit und Blutenergie zu einander in dem geraden Verhältnisse. Die erstere wird desto kürzer, je geringer die letztere ist. Die Energie des Blutes sinkt aber desto tiefer, in je grösserer Menge und in je rascherer Aufeinanderfolge die Blutmasse vermindert wird. — Fraglich ist daher nicht sowohl der Grund, aus welchem das Blut gerinnt, als vielmehr jener, aus welchem das frei circulirende Blut seine flüssige Bestandform behauptet.

So weit ungefähr geht die, durch Beobachtung vermittelte, objektive Kenntniss des Blutkreislaufs und seiner Verhältnisse in der Auffassung desselben als Erscheinung. Und nun fragt es sich um den Zusammenhang, in welchem die bisher aufgezählten, auf empirischem Wege gesammelten Thatsachen unter einander stehen, und welchem besonderen Umstände sie denselben verdanken. Sie werden daher in Bezug auf ihre Bedingungen einer Betrachtung insbesondere

zu unterziehen sein: ob sie sich nicht etwa doch auf einer ihnen allen gemeinsamen Grund, als dessen nothwendige Ergebnisse, zurückführen lassen. — Die Reihe der hier in Betracht zu ziehenden Gegenstände eröffnet daher:

IV. Die Bestandform des Blutes.

Schon der Begriff des Kreislaufs setzt eine flüssige Bestandform der, in den Blutgefäßen in Umlauf befindlichen, Massen als nothwendig voraus und legt es daher nahe, dass dieselbe mit dem Namen des Blutes im physiologischen Sinne eigentlich nur so lange bezeichnet werden dürfe, als sie sich am Kreislaufe betheiligt; und aus diesem Verhältnisse folgt, für eine schärfere Begriffsbestimmung, sowohl des Blutes, als auch des Kreislaufs, dass das, was von der in Rede stehenden Masse seine Betheiligung am Kreislauf aufgegeben hat, nicht mehr Blut ist, sondern nur noch das Ueberbleibsel oder der Leichnam desselben, mag es sich hintennach noch in Blutkuchen und Blutserum scheiden oder nicht; und dann, dass alles, was bereits aufgehört hat Blut zu sein, eben dadurch auch schon seine Theilnahme am Kreislaufe aufgegeben hat und demselben wesentlich fremd geworden ist, wenngleich es noch innerhalb desselben herumtreibt, wie z. B. die Blutfröpfe und Faserstoffgerinnsel u. dgl. Streng genommen gehört daher die Erscheinung der Blutgerinnung nirgends weniger hin, als unter die Erscheinungsverhältnisse des Blutkreislaufs, insofern der Thatbestand der einen den des andern unbedingt ausschliesst, d. h. insofern das geronnene Blut zu circuliren nicht fähig ist, so wie das circulirende wieder nicht fähig zu gerinnen, bevor es diesen seinen wesentlichen Charakter der Circulationsfähigkeit aufgegeben hat. Nichts desto weniger muss die

Blutgerinnung doch hier um so mehr in Betracht genommen werden, als sich in dem Gerinnsel das greifbare Gegentheil jenes Blutzustandes ausprägt, durch welchen es zum Kreislauf befähigt war; und ist daher für die Erkenntnissvermittlung des eben fraglichen Zustandes von dem grössten Belange. Nur ist hier vorläufig gleich in Erinnerung zu bringen, was erst im weiteren Verfolge der Betrachtung einleuchten kann und auch von selbst einleuchten wird, dass nämlich der fragliche Zustand mit der flüssigen Bestandform des Blutes nicht als gleichbedeutend genommen werden dürfe, sondern als ein specifischer aufgefasst und als solcher festgehalten werden müsse, welcher das Blut am Gerinnen insbesondere verhindert. — Von welcher Art dieser Zustand sei, darüber haben einerseits die Umstände, unter welchen die Gerinnung eintritt, und andererseits die eigenthümliche Natur des Gerinnsels Aufschluss zu geben.

Das Blut bleibt in der Regel flüssig, so lang es innerhalb seiner natürlichen und unverletzten Gefässe kreist; und es gerinnt, so bald ihm diese Bedingungen entzogen werden, nämlich: der stetige Umlauf und der Einschluss innerhalb vollkommen unversehrter Gefässwände. Der stetige Umlauf des Blutes wird gestört oder auch aufgehoben, wenn absolut- oder auch relativ-fremde Körper in die Lichtung der Gefässe eingedrungen sind und dasselbe entweder absperren, oder doch dessen Wegsamkeit beeinträchtigend, der Ablagerung gerinnbarer oder schon geronnener Stoffe zum Anhaltspunkte dienen. Zu den relativfremden Körpern gehören die Exsudatgerinnsel der Gefässwände selbst, welche in Folge von Verwundungen, oder sonst irgend wie veranlasster Entzündungsprocesse, entstehen und entweder an dem betreffenden Orte selbst, oder von hier abgelöst und in ein Gefäss von kleinerem Durchmesser geführt und dort eingekeilt werden. Schadhaf wird das Gefäss und seiner Bestimmung nicht mehr vollkommen entsprechend, wenn das Gewebe seiner Wand, einschliesslich der Nerven, krank-

hafte Veränderungen erlitten hat. Ueber Ligaturen und den, diesen gleichgeltenden, Einklemmungen eines Blutgefäßes gerinnt das Blut in demselben immer bis zu der nächsten Abzweigung stromaufwärts, und bewirkt Verödung dieses Stückes vom Gefäße. Ausserhalb der Gefäße gerinnt das Blut immer, unter Voraussetzung seiner normalen, oder einer der letzteren nahekommenden, Mischung, bald früher, bald später. In Bezug auf die Gerinnung sind mit dem Blute schon allerlei Versuche in der Absicht vorgenommen worden, um den Grund dieser Erscheinung zu ermitteln. Was dadurch erzielt wurde, beschränkt sich auf die Feststellung einer mittleren Zeit, innerhalb welcher das aus der Ader gelassene Blut gerinnt; und dann auf die Angabe von Mitteln, durch welche die Gerinnung entweder beschleunigt oder verzögert oder gar verhindert wird. Und es ist immerhin, schon um anderer Zwecke willen, nützlich diese Versuche mit ihren Ergebnissen zu kennen; allein zur Beantwortung der eigentlichen Gerinnungsfrage haben sie nicht wesentlich beigetragen; da es sich hier nicht sowohl darum handelt, zu erfahren, unter welcher Bedingung das Blut ausserhalb seiner Gefäße gerinnt oder auch nicht gerinnt, als vielmehr nur um die Erkenntniss des besonderen Grundes, aus welchem das circulirende Blut nicht gerinnt.

Die Gerinnungserscheinung besteht bekanntlich darin, dass sich das aus der Ader gelassene Blut in zwei Theile von verschiedener Bestandform scheidet, nämlich in einen flüssigen, das Serum des Blutes, und in einen festweichen den s. g. Blutkuchen. Von diesem letzteren wurde schon gesagt, dass er alle aufgeschwemmten Blutbestandtheile in sich aufnimmt. Die aufgeschwemmten Bestandtheile gehören aber, wenigstens insofern es die rothgefärbten Blutkörperchen allein betrifft, einem ganz andern Bildungshergange an; sie waren im Blute vor dessen Gerinnung schon vorhanden und müssen daher bei Beurtheilung des Gerinnungsher-

ganges, behufs schärferer Begriffsbestimmung und Feststellung der Verhältnisse, als zufällige Bestandtheile des Gerinnsels, von demselben ausgeschieden werden. Praktisch geschieht diese Ausscheidung, indem entweder das Blut vor seinem Gerinnen geschlagen, oder aber das geronnene durch wiederholte Waschungen in Wasser von den zufälligen Beimischungen des Gerinnsels wieder befreit wird. In beiden Fällen wird das Gerinnsel von der Beimischung ursprünglich aufgeschwemmter Blutbestandtheile frei; oder es muss wenigstens als solches gedacht und angenommen werden. Dasselbe stellt dann lediglich einen Niederschlag dar, welcher in der, die aufgeschwemmten Bestandtheile des circulirenden Blutes von einander trennenden, Flüssigkeit freiwillig entsteht. Aber auch ohne vorläufige Trennung des Blutes in Flüssigkeit und aufgeschwemmte Bestandtheile, lässt sich die erstere sehr wohl auch denken, als ganz frei von den letzteren; was für den Zweck selbst der schärfsten Beurtheilung der Verhältnisse vollkommen genügt. Das, mit Rücksicht auf die Zwecke, welchen es im lebenden Organismus zu dienen haben mag, s. g. Blutplasma wird daher lediglich als die Blutflüssigkeit, im Gegensatze zu den aufgeschwemmten Bestandtheilen, aufgefasst und festgehalten. Bei Behandlung der Frage von der Blutgerinnung kommt auch alles auf das Verhältniss an, in welchem sich die Flüssigkeit im circulirenden Blute gegenüber den aufgeschwemmten Bestandtheilen desselben, befindet. In diesem Betreff muss vor Allem der Umstand hervorgehoben werden, dass diese Flüssigkeit die aufgeschwemmten Blutbestandtheile in bestimmten Abständen, als Zwischenkörper, aus einander hält. Der Grund dieser Erscheinung, nämlich des relativ bestimmten Abstandes der aufgeschwemmten Blutbestandtheile, worüber seiner Zeit Aufschluss gegeben wird, kann

in der, dieselben von einander trennenden, Flüssigkeit schon deshalb nicht liegen, weil die, ebenfalls darin schwimmenden Faserstoffschollen von der Regel des relativ bestimmten Abstandes ausgenommen sind; indem sie in dem Blutstrome regellos herumtreiben und sich bald anhäufen, unter gegenseitiger Berührung bald wieder von einander trennen. Der Grund des relativ bestimmten Abstandes der rothgefärbten Blutkörperchen von einander liegt daher nothwendig in ihnen selbst; und es ist nicht die Flüssigkeit, was dieselben von einander trennt, sondern die Flüssigkeit ist nur der Lückenbüsser und muss den Raum ausfüllen, welchen diese Körperchen zwischen sich lassen. — Wie unbedeutend auch dieses letztere Verhältniss an und für sich erscheinen mag, so wichtig ist es, nicht nur für die Behandlung der Gerinnungsfrage, sondern auch für die Beurtheilung der Natur des Blutkreislaufs, vorläufig bestimmt zu haben, was in diesem Verhältnisse als Grund und was als dessen Folge gilt. Die Natur dieses Grundes muss hier noch unerörtert bleiben und kann es auch um so eher, als nicht er es ist, sondern seine, als sinnlich wahrnehmbare Erscheinung sich darbietende, Folge, nämlich der relativ bestimmte Abstand der Blutkörperchen von einander, was hier die empirische Begründung abgiebt für das, weiter noch zu verwerthende, Urtheil, dass nämlich das gleichmässige Durchschossen-sein der Flüssigkeit mit Blutkörperchen für die Behauptung ihres ursprünglichen Mischungs- und Formbestandes eine ebenso wesentliche Bedingung ist, wie die Circulation selbst. Und da die Circulation nicht sowohl der Grund, als vielmehr die Folge ist einer richtigen Zusammensetzung des Blutes, wozu allerdings auch ein richtiges Mengeverhältniss der aufgeschwemmten Bestandtheile gehört — denn als Blutersatz eingespritztes Serum circulirt schlechterdings nicht, — so

wird das, vor der Hand freilich noch fragliche, Verhalten dieser letzteren, nämlich der rothgefärbten Blutkörperchen, auf das Verhalten der Flüssigkeit nicht ohne Einfluss sein und kann, in Bezug auf die Frage der Gerinnung immerhin der Circulation selbst insofern substituirt werden, als es dieselbe mitbedingt. Wird der Flüssigkeit diese Bedingung entzogen, so hört sie sogleich auch auf zu sein, was sie war; indem sie, ohne angebbaren Grund, in ein Gerinnsel und in eine dünnere Flüssigkeit zerfällt.

Von dieser Seite her lässt sich die Angelegenheit der Blutgerinnung nicht weiter verfolgen; allein es bleibt von der andern Seite noch die Betrachtung des Niederschlages, oder Gerinnsels, übrig, welches zur Authellung des Sachverhaltes seinen Theil noch wird beitragen müssen. Dieser Niederschlag ist der sog. Faserstoff. Derselbe fällt aus dem Blute, oder vielmehr nur aus der Flüssigkeit desselben, unter der vorhin namhaft gemachten Bedingung in der Form eines Gerinnsels heraus, ohne dass etwas hinzu, oder davon hinweg kam. Das ist aber ein, für die Chemie unauflösliches, Räthsel! Und doch ist sie es, welche hierüber Auskunft geben wird, insofern sie die chemische Beschaffenheit der Körper bestimmt. Was ist also, in chemischem Betrachte, dieser Faserstoff, der in der Wissenschaft so viele Schwierigkeiten macht? Als Stoff von eigenthümlicher, chemischer Zusammensetzung ist er nur in starrer Bestandform bekannt; und da derselbe unter keinerlei Umständen in dem Serum des Blutes löslich ist, so muss die Annahme seiner Gegenwart in flüssiger Bestandform in dem circulirenden Blute so lange für ein, durch den blossen Augenschein veranlassetes, Vorurtheil betrachtet werden, als die besondern Umstände nicht bekannt sind, unter welchen derselben darin die flüssige Bestandform behauptet. Dieses Vorurtheil bezeichnet in der Wissenschaft einen eigenen Standpunkt, welcher nicht mit Unrecht der des Faserstoffs zu nennen, aber auch schon als ein bereits überwundener zu

betrachten sein dürfte. Denn auf Grund chemischer Untersuchungsergebnisse ist der Faserstoff eine Verbindung von Eiweiss mit basisch-phosphorsauren Kalk- und Magnesiasalzen zu einem festen, im Serum des Blutes unlöslichen Körper, welcher in dem circulirenden Blute nur in diesen seinen Bestandtheilen vorhanden war. Der chemische Befund negirt also das Vorhandensein des Faserstoffs, als solchen, in der Flüssigkeit des circulirenden Blutes; allein mit dieser Auskunft scheint für die eigentliche Lösung der Gerinnungsfrage nichts gewonnen zu sein; denn die Bestandtheile des Faserstoffs sind in der Flüssigkeit des circulirenden Blutes nichts destoweniger doch vorhanden, wenn auch der Faserstoff, als solcher, darin fehlt. Dennoch bezeichnet dieser Nachweis des chemischen Sachverhaltes in der Wissenschaft einen Wendepunkt, von welchem eine neue Epoche datiren wird; und begründet einen Fortschritt, welcher in den vorangegangenen Jahrhunderten Seinesgleichen kaum haben dürfte; insofern nämlich, als dadurch die Frage der Blutgerinnung in das letzte Stadium der Entscheidung vorgeückt und damit die sichere Aussicht eröffnet ist, in das Dunkel der organischen Processe endlich einmal einen lichterem Einblick zu gewinnen. Durch diesen Nachweis ist nämlich die Möglichkeit an die Hand gegeben, das verwickelte Verhältniss der Gerinnungserscheinung in seine Glieder aufzulösen und die Frage nach dem Grunde dieser Erscheinung präcis zu stellen. Wenn die Bestandtheile des Faserstoffes in der Blutflüssigkeit, absolut- oder auch nur relativ-ausserhalb des Kreislaufs, mit einander in Verbindung treten, so folgen sie nur der chemischen Anziehung, die sie ursprünglich zu einander besitzen; und wenn sie innerhalb des Kreislaufes nicht auch dasselbe thun, so folgt daraus mit apodictischer Nothwendigkeit, dass es dort tirgend ein Agens geben muss, welches ihre chemische Anziehung ausser Wirksam-

keit setzt. Und die Frage ist jetzt einfach die: Welches ist das Agens, das innerhalb des Kreislaufs die chemische Anziehung der Faserstoffbestandtheile ausser Wirksamkeit setzt? Von der Art und Weise, in welcher diese Frage ihre Erledigung erhalten wird, hängt es ab: ob und welche Aufschlüsse über die Natur der organischen Vorgänge und des daraus sich ergebenden Lebens für die Wissenschaft zu gewinnen sein werden. Ein bekannter Forscher sagte unter älterem Datum, mehr symbolisch in dichterischer Ahnung, als logisch in scharfer Begriffsfassung: die Gerinnung sei der letzte Akt des Blutlebens. Richtiger aber noch wird es sein, das geronnene Blut ein abgestorbenes zu nennen. Gelingt es den Sterbeakt des Blutes in seine einzelnen Momente aufzulösen, oder was zufolge der bisherigen Verhältnissdarstellung auf dasselbe hinausläuft, das fragliche Agens, welches die chemische Anziehung der Faserstoffbestandtheile innerhalb des Kreislaufs ausser Wirksamkeit setzt, in seinen Bedingungen, oder vielmehr in seinen materiellen Substraten nachzuweisen, so wird damit der ätiologische Begriff des Blutlebens gegeben sein, welcher selbst sogleich wieder als Leuchte benützt werden kann in dem Dunkel des organischen Lebensprocesses.

Das ungefähr ist die Ausbeute, welche der empirische Nachweis, dass der Faserstoff kein eigenthümlicher Blutbestandtheil in flüssiger Bestandform ist, sondern nur eine nachträglich zu Stande kommende Verbindung, deren Bestandtheile in der Flüssigkeit des circulirenden Blutes sich im freien Zustande befinden, in sichere Aussicht stellt. — Zu dem nämlichen Ergebnisse, nur auf dem entgegengesetzten Wege, führt die folgerichtige Benützung anderweitiger, empirisch verbürgter Thatsachen, welche auf die eigenthümliche Natur des Blutlebens einen Schluss erlauben, indem sie zu der Voraussetzung zwingen, dass der Faserstoff nur eine nachträgliche chemische Verbindung sein

könne, deren Bestandtheile in der Flüssigkeit des circulirenden Blutes in freiem Zustande vorhanden sind, von welchen dem einen die electropositive und dem andern die electro-negative Rolle übertragen ist.

Die Erledigung der Frage: welches das, die Bestandtheile des Faserstoffs in der Flüssigkeit des circulirenden Blutes am Zusammentritt zu einer chemischen Verbindung verhindernde, Agens sei, dürfte schon nach dem, was zwar nicht unmittelbar in ihrem Interesse, aber doch im Verfolge anderer wissenschaftlicher Zwecke nebenbei dafür geschehen ist, eben nicht zu den schwierigsten Aufgaben gehören. Die Empirie weist auf die Lebesseigenthümlichkeit der Blutgefäßwand hin, als auf das fragliche Agens. Allein sie ist mit der wissenschaftlichen Verwerthung dieser Thatsache eben auch nicht glücklicher, als sie es seiner Zeit mit der des Faserstoffs war, von dessen Anwesenheit in flüssiger Bestandform in dem circulirenden Blute sie aus sinnlicher Anschauung so ganz gewiss überzeugt zu sein glaubte; denn der Witz liegt nicht in der sinnlichen Anschauung, sondern in der zweckmässigen Ausbeute des sinnlich Angesehenen; was aber schlechterdings unmöglich ist ohne allseitige Umsicht; worin eben — und in nichts anderem — die Theorie besteht, von welcher sich die Empirie beständig muss tragen lassen, wenn sie ihre Unbeholfenheit nicht will jeden Augenblick zur Schau stellen. Die Gefäßwand ist allerdings auch nothwendig, um die, jeden Augenblick zu einer chemischen Verbindung zusammenzutreten drohenden, Bestandtheile der Blutflüssigkeit am Zusammentritt zu Faserstoff zu verhindern; aber sie ist nicht das alleinige und ausschliessliche Mittel zu diesem Zwecke; was sich durch das Vorkommen der Embolie von Blutpfropfen und der Faserstoffgerinnsel in unterbundenen Gefässen, oberhalb der Unterbindung, hinlänglich beweist. Dazu kommt noch das Unzulässige der Berufung auf ein Symbol, wie das der Lebesseigenthümlichkeit der Gefässe als Erklärungsgrund, wo-

durch der eigentliche Gegenstand der Frage entweder umgangen, oder die jetzt noch ganz einfache Frage zu einer complicirten, ja geradezu zu einer unauflösbaren wird, insofern nämlich, als sich ihre Beantwortung schon auf die ätiologische Begriffsbestimmung, nicht nur des Lebens überhaupt, sondern auch der Eigenthümlichkeit des Gefäßwandlebens insbesondere, zu stützen haben würde; während sie doch selbst unverkennbar die Bestimmung hat, zur Lösung des Problems vom Leben ihren Theil erst noch beizutragen. Nicht glücklicher ausgedacht zur Lösung dieser Frage ist die Hypothese, welcher zufolge sich ein Mechanismus soll können denken lassen, dessen sich die Gefäße bedienen, um eines der chemischen Producte, die sich fortwährend in der Gefäßwand bilden, im Blute zu diffundiren und dadurch das Entstehen der gerinnenden Eiweissverbindung zu verhindern; denn sie bringt in den Gerinnungsact nur ein unnützes Zwischenglied, ohne an der Sachlage im Mindesten was zu ändern; geschweige denn die Erklärung der Schwierigkeiten anzubahnen. Gäbe es in der That ein solches chemische Product der Gefäßwand, wie die Hypothese es verlangt, so würde es sich vermöge seiner chemischen Anziehung, sei es zu dem Eiweiss, sei es zu den basisch-phosphorsauren Kalk- und Magnesiasalzen, oder auch zu beiden zugleich, entweder mit dem einen, oder mit den andern, oder auch mit allen beiden zu einem neuen Körper von flüssiger Bestandform verbinden. Die flüssige Bestandform würde zum Beweise dienen, dass in dem, aus der Ader tretenden, Blute alles, durch das hypothetische Gefäßwandprodukt, bindbare auch wirklich gebunden ist; und das flüssig ausgetretene Blut könnte schlechterdings nicht gerinnen, so lange die Verbindung der Faserstoffbestandtheile mit dem Produkte der Gefäßwand besteht. Wenn aber nachträglich das Blut doch gerinnt, so dient das wieder zum Beweise, dass die etwa bestandene Verbindung wieder aufgehoben wurde; und dann fragt es sich: Wie

und wodurch? Die angeführte Hypothese braucht also zu ihrer Stütze einer zweiten und diese einer dritten und so fort in's Unabsehbare, wodurch sich ihre Unhaltbarkeit zu erkennen gibt.

Das Symbol des Blutgefässwandlebens ist indess nicht alles, was für die Lösung des Problems von der Blutgerinnung an empirischen Thatsachen vorliegt. Es sind vielmehr ausreichende, specielle und, wie es scheint, ganz zuverlässige Anhaltspunkte an die Hand gegeben, um diese Angelegenheit zur Entscheidung zu bringen, ohne Fiction und ohne Hypothesen. Nothwendig ist nur, die Thatsache der Blutgerinnung mit analogen Thatsachen zu vergleichen und die bekannten Causalmomente der letzteren auf die erstere zu übertragen, nach dem axiomatischen Grundsatz, dass den gleichen Wirkungen auch die gleichen Ursachen zu Grunde liegen. — In diesem Betreff wird vor allem festzuhalten sein, dass die zusammengesetzten Atome der organischen Stoffe, sowohl unter sich, als auch mit den zusammengesetzten Atomen der anorganischen Körper, ebenso eine elektrochemische Reihe bilden, wie die einfachen Stoffe anorganischer Natur. Diese Reihe hat, aus nahe liegenden Gründen, noch nicht so festgestellt und vollendet werden können, als es die der einfachen Stoffe bereits ist. Allein in dem vorliegenden Falle kommt es nicht sowohl auf die Feststellung und Vollendung dieser Reihe, als vielmehr auf das Gesetz an, nach welchem sie gebildet wird. Und es genügt schon, zu wissen, dass zwischen den zusammengesetzten Atomen der verschiedenen Körper auch ein verschiedener Grad der chemischen Anziehung besteht; wovon gleich der Faserstoff selbst ein unwiderlegliches Zeugniß gibt, insofern nämlich, als die Bestandtheile derselben zu einander eine stärkere chemische Anziehung beurkunden, als zu allen übrigen, in der Blutflüssigkeit vorhandenen Stoffen. Die Stärke

der Anziehung hängt ab von der Grösse des Gegensatzes, welchen auch hier nichts hindert, einen polaren zu nennen. Die Blutflüssigkeit, lediglich als solche gedacht, ohne die aufgeschwemmten Theile, ist nun als ein gleichförmiges, mechanisches Gemenge aus den Bestandtheilen des Faserstoffs und dem Serum zu betrachten. Wenn nun in dem circulirenden Blute die Faserstoffbestandtheile sich gegenseitig nicht anziehen, sondern von einander getrennt bleiben, so kann dies nur auf dem einen Umstande beruhen, dass ihre polaren Gegensätze aufgehoben sind. Wie und wodurch diese Aufhebung bewirkt werde, das ist der Physik lange kein Geheimniss mehr, und die Natur bietet dafür zahlreiche Fälle der Analogie, sowohl der Aehnlichkeit, als auch des Contrastes. Eine Analogie des Contrastes liefern die künstlichen Gemische zweier verschiedener Stoffe, die unter gewöhnlichen Umständen zu einander keine chemische Anziehung haben, wie z. B. das des Wasserstoffes und des Sauerstoffes in Knallgas. Ein natürliches Gemische dieser Art, nur in einem grossartigen Massstabe ausgeführt, ist die Atmosphäre, welche von den zufälligen Beimischungen abgesehen, aus Stickstoff und Sauerstoff besteht. Die Stoffe dieser Gemenge haben unter gewöhnlichen Umständen, nicht nur keine chemische Anziehung zu einander, sondern mögen sich vielmehr gegenseitig abstossen und es lediglich diesem Umstande zu verdanken haben, dass sie, ungeachtet der Verschiedenheit ihres specifischen Gewichtes, doch überall ein ganz gleiches mechanisches Gemenge darstellen. Allein durch polare Agentien wird ihre gegenseitige Antipathie nicht nur aufgehoben, sondern sogar in chemische Anziehung verwandelt. Der elektrische Funke bewirkt ihre chemische Verbindung; und hierüber gerinnt auch die Atmosphäre, nach Massgabe der eben vorhandenen quantitativen Verhältnisse, zu dem entsprechenden Stickstoffoxyde. Die trockene Luft, in der Umgebung einer in Thätigkeit befindlichen Elektrisirmaschine, schwängert sich daher mit

salpetrigsaurem Gase und die feuchte der Gewitterwolken mit Salpetersäure, welche durch Reagentien in dem Wasser des Gewitterregens kann nachgewiesen werden. Die chemische Verbindung, einander sonst widerstrebender Stoffe durch den elektrischen Funken, beruht offenbar, wie dieser selbst, auf der Ausgleichung polarer Gegensätze, in welche sie durch die, gleichfalls im polaren Gegensatze befindlichen, Prämissen des elektrischen Funkens versetzt worden sind; sowie ihr Widerstreben gegeneinander — Diffusion der Gase — auch nur die Wirkung ihrer gleichnamig polaren Erregungszustände war. — Reibzeug und Glasscheibe einer Elektrisirmaschine kommen durch die Reibung in den Zustand elektrischer Erregung, in welchem sie zu einander polare Gegensätze bilden, und pflanzen diesen Zustand auf ihre nächste Umgebung fort. Die das Reibzeug umgebende Luft kommt also in den Erregungszustand, welchen es selbst besitzt; dasselbe geschieht mit der die Glasscheibe umgebenden Luft; und so gibt es auf der einen Seite sowohl Sauerstoff als Stickstoff im Zustande der + elektrischen Erregung und auf der andern dieselben in dem Zustande der — elektrischen Erregung, womit deren chemische Anziehung hergestellt ist, zu einer doppelten Wahlanziehung, nämlich: zwischen dem + O der einen und zwischen dem — N der andern Seite und dann zwischen dem — O derselben und dem + N der ersten Seite. Die nämliche Bewandniss hat es mit den Bestandtheilen der Atmosphäre in den Gewitterwolken und eben so mit den Bestandtheilen des Knallgases bei seiner Verbrennung durch den elektrischen Funken etc. Die entstandenen Gegensätze haben das Bestreben mit einander wieder in das Gleichgewicht zu kommen und ziehen ihre Träger, die Stoffe, in den elektrochemischen Prozess mit hinein. Mag übrigens der Ausgleich schnell oder langsam erfolgen, von einem elektrischen Funken begleitet sein oder nicht, so bleibt sich das gleich, insofern hiebei nicht das quantitative Verhältniss der in den Prozess hineingezo-

genen Massen, sondern der Grad der sich entgegenstehenden Erregungszustände das Wesentliche und Bestimmende abgibt. — Eine Analogie der Aehnlichkeit bildet die Zurückführung magnetischer Stäbe zur polaren Indifferenz vermittelst Durchleitung eines elektrischen Stromes, welcher letztere, nach Massgabe seiner Stärke im Verhältnisse zu der Polstärke des Magnetes, sogar auch Polumkehrung bewirkt. Wenn nun die Faserstoffbestandtheile in der Flüssigkeit des cirkulirenden Blutes ein mechanisches Gemenge darstellen können, ohne sich mit einander chemisch zu verbinden, obwohl sie sonst zu einander einen bedeutenden Grad chemischer Anziehung besitzen, so kann das nur auf Grund der Gleichnamigkeit ihrer Erregungszustände geschehen; und welche Gleichnamigkeit ihnen nur aufgedrungen ist für die Dauer ihres Kreislaufs durch den stärkeren Einfluss des Erregungszustandes, sei es des der Gefässwand, oder des der übrigen Bestandtheile des Blutes, namentlich der aufgeschwemmten; oder auch durch die zusammenwirkenden Einflüsse der Erregungszustände allerbeider; für welch letzteren Fall sich die Nothwendigkeit herausstellt, den Erregungszustand des Gefässrohrs und den seines, auf die rothgefärbten Blutkörperchen beschränkt gedachten, Inhaltes, als einen gleichnamigen vorauszusetzen. Und dass diese Voraussetzung ihre volle Berechtigung hat, geht unzweifelhaft, nicht nur aus innern, den Verhältnissen der Gerinnungserscheinung entlehnten, sondern auch aus äussern Gründen hervor; welche letzteren aber erst im weiteren Verfolge der Betrachtung über die Verhältnisse des Blutkreislaufs beizubringen sein werden. — Vor der Hand genügt es, gezeigt zu haben, einerseits, wie der empirische Nachweis des chemischen Sachverhaltes in Betreff des Faserstoffs nicht bloss die Vermuthung nahe legt, dass sich der Blutstrom im Zustande polarer Erregung befinden möge, sondern auch schon den indirekten Beweis dafür enthält; andererseits aber, wie der auch anderweither nachweisbare,

polare Erregungszustand des Blutstromes auch seinerseits für die Richtigkeit des gedachten Nachweises einsteht.

Aus dem Gesichtspunkte der Polarität des Blutstromes und aus keinem andern wird die Erscheinung der Blutgerinnung in allen ihren Verhältnissen begreiflich. Das aus der Ader getretene Blut ändert, nach dem Gesetze des Gleichgewichtes, den Zustand seiner Erregung; und in dem Maasse, in welchem dieses geschieht, treten auch die Faserstoffbestandtheile, in Betreff ihrer chemischen Anziehung, in ihr ursprüngliches Recht zurück; worauf das Blut gerinnt, bald früher, bald später, je nach der Gradhöhe des Erregungszustandes, in welchem es sich innerhalb der Gefässe befunden hat; und je nach den äussern Umständen, welche auf die Ausgleichung des Erregungszustandes entweder befördernden, oder hemmenden Einfluss nehmen. Aus demselben Gesichtspunkte erklären sich einerseits die im Blutstrom, sowohl über Eindringen fremder Körper in die Lichte der Gefässe, als auch über Unterbindung der letzteren sich bildenden Gerinnsel; indem daraus begreiflich wird, wie sowohl der Stillstand, als auch der eingedrungene fremde Körper den Erregungszustand des Blutes beeinträchtigen und denselben reduciren; andererseits aber auch, wie die allmälige Schmelzung und Lösung der Blutgerinnsel durch den Einfluss des, im Zustande polarer Erregung befindlichen, Blutstromes zu Stande komme.

V. Bedeutung der Charakterverschiedenheit zwischen dem arteriellen und dem venellen Blute.

Schon die Art und Weise der Faserstoffbildung und die folgerungsweise ermittelte Bedingung, unter welcher allein diese Bildung in dem cirkulirenden Blute verhindert werden kann, bringen die, zwischen dem arteriellen und dem venellen Blute bestehende, Verschiedenheit unter einen ganz andern Gesichtspunkt, als den bisher festgehaltenen, und unter diesem erst treten ihr Werth und ihre Bedeutung, für die Beurtheilung der Natur des Blutkreislaufs in dem gehörigen Lichte auf. Der Grund der Charakterverschiedenheit des arteriellen und des venellen Blutes wurde bisher in die Verschiedenheit der chemischen Verhältnisse der beiden Blutarten gelegt; es wurde aber nichts gefunden, was die Annahme einer solchen Verschiedenheit rechtfertigte — mit alleiniger Ausnahme eines verschiedenen Verhaltens des, aus dem arteriellen, und des, aus dem venellen Blute erhaltenen, Faserstoffs gegen Salpetersäure, als chemisches Lösungsmittel, in welchem wohl der letztere, nicht aber auch der erstere sich auflöst. Die durch dieses Verhalten angezeigte Verschiedenheit der Gerinnungsprodukte muss nun auf die Artverschiedenheit der chemischen Anziehung, mit welcher die Bestandtheile des Faserstoffs in dem Blute aus den Arterien und in dem, aus den Venen, hinausgelangen, als auf ihr ursächliches Moment bezogen werden. — Und ist das verschiedene Verhalten des, aus dem arteriellen und des aus dem venellen Blute erhaltenen, Faserstoffs wirkliche Thatsache, — was nicht wohl in Abrede kann gestellt werden — so folgt daraus mit apodiktischer Gewissheit, dass auch die, die Gerinnung des cirkulirenden Blutes verhindernde Bedingung, in den Arterien sowohl, wie auch in den Venen, eine zwar analoge, aber je nach Verschiedenheit des arteriellen und des venellen Blutcharakters, auch eine ver-

schiedene sein müsse. Die nothwendige Verschiedenheit der eben so nothwendig analogen Bedingung führt nun von selbst auf das, dem Zustande der elektrischen Erregung eigenthümliche Verhältniss des polaren Gegensatzes, dessen Folgen sich zwar in analogen, aber doch auch wieder von einander abweichenden Erscheinungen aussprechen müssen; wie das aus der Naturlehre von den s. g. dynamischen Agentien und namentlich der Elektrizität, hinlänglich bekannt ist. Der Zustand der elektrischen Erregung wird daher für den Blutstrom durch die Verschiedenheit der Gerinnungsprodukte, als nothwendig, gefordert und unter Einem indirekt auch bewiesen.

Im Zusammenhange damit wird daher auch die Farbenverschiedenheit des arteriellen und des venellen Blutes zu betrachten und ihr Grund, nicht sowohl in dem zufälligen Zusammentreffen von Umständen, wie das Dunklerwerden des Blutes über Berührung mit Kohlensäure, zu suchen sein, als vielmehr in der nothwendigen Wesentlichkeit des polaren Gegensatzes der beiden Blutarten, welche sich, ungeachtet ihres unmittelbaren Zusammenhanges, doch scharf in dem Strome gegen einander abgrenzen. Das aus der Vene gelassene, mehr dunkelrothe Blut färbt sich an der atmosphärischen Luft allerdings heller, indem es Kohlensäure abgibt und dafür Sauerstoff anzieht; und es verliert auch die, auf diese Weise erlangte, hellrothe Farbe wieder, wenn es neuerdings mit Kohlensäure gesättigt wird. Allein diese Farbenveränderung eines, aus seinen natürlichen Verhältnissen herausgerissenen, Blutes berechtigt für sich allein noch nicht zu der Annahme, dass es ausschliesslich der Gehalt an Kohlensäure sei, welcher den Farbenunterschied des, in seinen natürlichen Behältern strömenden, Blutes begründet. — Das arterielle Blut ist von kohlensaurem Gase nicht frei und das venelle ermangelt des Sauerstoffes auch nicht ganz. Soll der — übrigens unbestrittene — Einfluss des kohlensauren Gases auf die Farbe des Blutes ausserhalb

seiner natürlichen Behälter zum Beweise dienen dass lediglich nur dieses Gas die Charakterverschiedenheit zwischen dem arteriellen und dem venellen Blute begründet, so muss ihm der weitere Beweis zur Seite gehen, entweder, dass sich diese Verschiedenheit des Blutes, in dem graden Verhältnisse zu der Zunahme seines Kohlensäuregehalts, nur allmählig entwickele und in einer Farbentonleiter, vom hellsten bis zum dunkelsten Roth, thatsächlich zum Ausdruck gelange, was aber nicht der Fall ist; oder dass der Kohlensäuregehalt im Blute ein relativ beständiger sei; d. h. nicht grösser am Ende des arteriösen Gefässgebietes, als am Anfange desselben. Dieser Beweis ist noch nicht geliefert; und es dürfte auch ein Versuch dazu, wegen der seiner Ausführung entgegenstehenden, praktischen Schwierigkeiten niemals entscheidend zum Ziele führen. Würde aber dieser Versuch nichtsdestoweniger doch einmal in Ausführung gebracht, so dürfte das Ergebniss desselben um so entschiedener für das Gegentheil sprechen, als es bereits feststeht, dass das venelle Blut durch den Verlust an Kohlensäure und den Gewinn an Sauerstoff allein, niemals einen Farbenton erlangt, der dem des arteriellen Blutes ganz gleich wäre. Dagegen erinnert die Farbenverschiedenheit des arteriellen und des venellen Blutes recht lebhaft an die Verschiedenheit der Lichtenberg'schen Figuren in Form und Farbenton, welche in Mennige oder Bärlappsamen auf einem Harzkuchen durch positive und negative Elektricität hervorgerufen werden. Eben deshalb wird die Verschiedenheit des arteriellen und des venellen Blutes, in Bezug auf die Farbe, viel natürlicher auf den polaren Gegensatz des Blutstromes bezogen, welchen derselbe in Folge seines Erregungszustandes nothwendig an sich selbst zum Ausdruck bringen muss, und welchen derselbe mit seinen beiden Hälften, der arteriellen und der venellen, nicht nur in der Verschiedenheit der Farbe, sondern auch in der des Gerinnungsproduktes wirklich zum Ausdruck bringt. Der Charakter-

unterschied zwischen dem arteriellen und dem venellen Blute wird daher mit einem um so grössern Rechte für einen polaren aufzufassen sein, als der Charakterwechsel, welchen das Blut eben so schnell, wie seinen Uebergang aus dem einen Gefässgebiete in das andere, gleichsam wie mit einem Schlage, vollzieht und diese Art des Wechsels nicht sowohl mit der Entwicklung der Kohlensäure, die jedenfalls insofern, als sie in dem Blutstrome selbst Statt findet, nur eine sehr allmälige sein kann, als vielmehr mit dem Bestehen fester Polgrenzen des Blutstromes ganz in Einklang steht und daher ungezwungen auch nur mit diesen, nämlich den Polgrenzen, in ursächlichen Zusammenhang zu bringen ist. Und daher dürfte am Ende auch Henle noch Recht behalten, welcher die Farbenverschiedenheit des arteriellen und des venellen Blutes von der Verschiedenheit im Aggregationszustande des Farbstoffes der Blutkörperchen für abhängig erklärt.

Indess wird auf den, in der Farbenverschiedenheit des arteriellen und des venellen Blutes ausgesprochenen Gegensatz, als Beweismoment für den Zustand der elektrischen Erregung des Blutstromes, hier nur in so fern einiges Gewicht gelegt, als es sich darum handelt, zu zeigen, dass demselben von allen bekannten, auf den Zustand der elektrischen Erregung und seinen Gegensatz, als auf ihren Grund, zurückführbaren Erscheinungen auch diese nicht fehlt.

VI. Die Träger des Respirationsgesetzes.

Es ist früher schon, und nicht etwa als neu oder noch bestritten, die Thatsache hervorgehoben worden, dass die Grösse der Respiration zu der der Circulation in einem bestimmten Verhältnisse steht, welches Verhältniss, sich, je nach Beschaffenheit der Umstände, bald als das grade, bald als das umgekehrte gestaltet und als der Ausfluss eines besondern Respirationsgesetzes, auf das Dasein eines solchen mit Nothwendigkeit hinweist. Und so fragt es sich: Was denn der Träger dieses Gesetzes sein möge? Das nächste, worauf der Gedanke verfallen konnte, waren und sind die oxydirbaren Stoffe, deren Menge in dem cirkulirenden Blute jederzeit eine bestimmte ist, so wie das Aequivalentverhältniss des Sauerstoffs, dessen sie zu ihrer Oxydation bedürfen, ein unveränderliches. Allein die Menge der oxydirbaren Blutstoffe könnte, im Zusammenhange mit dem Aequivalentverhältniss des Sauerstoffs, für den Träger des Respirationsgesetzes nur unter der Bedingung gelten, dass Respiration und Circulation stets nur in dem graden Verhältnisse zu einander parallel gehen; wobei aber noch die Voraussetzung stillschweigend gemacht sein würde, dass die oxydirbaren Stoffe durch die Respiration vollkommen mit Sauerstoff gesättigt werden. Hier aber hat weder das eine, noch das andere Statt; denn das Verhältniss der Respiration zu der Circulation ist bisweilen auch das umgekehrte; und dann langen auch die organischen Schlacken, als Produkte der Oxydation, niemals auf der Stufe vollkommener Sättigung mit Sauerstoff in der Aussenwelt an; denjenigen Theil des Kohlenstoffs und Wasserstoffs etwa ausgenommen, welcher in Verbindung mit dem Sauerstoff als Kohlensäure und Wasser in Dampfform ausgeschieden wird. Dieses letztere aber auch wieder nur unter der, bis jetzt noch unerwiesenen Voraussetzung, dass die Kohlensäure und der Was-

serdampf, welche vom Organismus ausgeschieden werden, die Produkte einer unmittelbaren Verbrennung sind; wobei aber überdiess noch ganz ausser Acht gelassen sein würde, dass wenigstens die Bestandtheile des Wassers, die doch bekanntlich unter gewöhnlichen Umständen gar keine chemische Anziehung zu einander besitzen, die Prämissen des elektrischen Funkens fordern, um dadurch zu einander in den chemischen Gegensatz versetzt und für die Verbindung vorbereitet zu werden. Aber auch der Kohlenstoff verbindet sich nicht ohne alle Umstände mit dem Sauerstoff; er beansprucht für seine unmittelbare Verbindung mit dem Sauerstoff einen viel höheren Grad von Wärme, als ihm innerhalb des Blutkreislaufs gewährt werden kann. Wenn es aber nichtsdestoweniger doch Gelegenheiten gibt, bei welchen sich, sowohl der Wasserstoff, als auch der Kohlenstoff organischer Verbindungen mit dem Sauerstoffe unmittelbar verbinden, ohne einer besondern Anstalt zu bedürfen, um dadurch vorläufig entweder in den Zustand der polaren Erregung, oder in den der Glühhitze versetzt zu werden, so ist dabei nicht zu übersehen, dass dann immer ein zusammengesetzter, stickstoffhaltiger, durch den Sauerstoff leicht zersetzbarer Körper die Vermittlerrolle übernimmt; insofern seine Elemente durch ihren Zerfall in den Zustand der polaren Erregung versetzt werden und dadurch ihre Nachbarschaft in den gleichen Zustand versetzen. Der Zersetzungsprozess gestaltet sich dann zu einem complicirten Gährungsprozesse, welcher ohne Ausnahme binäre Verbindungen, nämlich die des s. g. todtten Chemismus, zum Endergebniss hat, wenn die Gährung nicht gewaltsam unterbrochen wird. Allein der Respirationsprozess ist kein Prozess der Gährung, da seine Produkte keine binären Verbindungen sind, wenn von der Kohlensäure, ganz gewiss noch unbekannten Ursprungs, abgesehen wird. Der Respirationsprozess ist aber, insofern es lediglich die Aufnahme der atmosphärischen Luft in den Blutstrom betrifft, nicht einmal ein chemischer; was

sich daraus beweist, dass der Blutstrom nicht nur in seinem arteriösen, sondern auch in seinem venösen Gebiete atmosphärische Luft überhaupt und den Sauerstoff derselben insbesondere im vorwiegenden Maasse im freien Zustande mit sich führt. Letzteres könnte aber schlechterdings nicht der Fall sein, wenn die Respiration unmittelbar auf der chemischen Anziehung der Blutstoffe zu dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft beruhen würde. Denn die chemische Aufnahme der Stoffe ist gleichbedeutend mit deren Bindung; und Stoffe, die den Sauerstoff chemisch binden, können davon nur soviel mitnehmen, als sie während ihrer Berührung damit, gebunden haben. Dadurch wäre der freie Zustand der atmosphärischen Luft im Blutstrom unbedingte ausgeschlossen. Da aber die Gegenwart der atmosphärischen Luft, zumal mit stark vorwaltendem Sauerstoff im freien Zustande in dem Blutstrom eine empirisch verbürgte Thatsache ist, so ist durch diesen Umstand allein schon die Sauerstoffcapacität der Blutstoffe von der Trägerschaft des Respirationsgesetzes ausgeschlossen; abgesehen noch davon, dass es für immer unbegreiflich bleiben würde, wie die Oxydation der stickstoff- und kohlenstoffhaltigen Blutbestandtheile, welche als verschlackt in Harn und Galle ausgeschieden werden, gleichsam auf halbem Wege stehen bleiben — und wie der Verhältnisswechsel der ursprünglich zu einander proportionirten Grössen, nämlich der der Respiration zu der der Circulation, eintreten könnte. — Und so stellt es sich aus den so eben erwogenen Umständen klar heraus, wie wenig die Natur, bei Einrichtung des Respirationsgeschäftes, auf das unmittelbare Eintreten der chemischen Anziehung für die Aufnahme der atmosphärischen Luft in den Blutkreislauf gerechnet habe; und dass daher das Gesetz der Respiration in einem ganz andern Verhältnisse seinen Grund haben müsse, als in dem der Sauerstoffcapacität der oxydirbaren Blutsubstanzen.

Die Gesetzlichkeit der Respiration kann auch nicht

aus den Verhältnissen der Diffusion der Gase abgeleitet werden. Die Erscheinung der En- und Exosmose, irrthümlich für ein besonderes Naturgesetz erklärt, während sie doch nur ein Geschehen ist auf Grund des allgemeinen Naturgesetzes des Gleichgewichtes, besteht bekanntlich darin, dass sowohl tropfbar-, als elastisch-flüssige Körper von verschiedener Dichte gegen einander das Bestreben äussern, sich gegenseitig zu durchdringen und durch Bewirkung eines gleichförmigen, mechanischen Gemenges unter sich das Gleichgewicht herzustellen. Die Raschheit dieses Vorganges hängt ab von der Grösse des Druckunterschiedes, welcher zwischen den sich mischenden Körpern besteht. Die einem grösseren Drucke unterworfenen verlieren in dem Maasse an Druck, in welchem sie in den einem geringeren Drucke unterworfenen eingedrungen sind, und machen es dadurch dem letzteren möglich, auch seinerseits in den ersteren einzudringen. — Unter dieser Bedingung würde sich der Respirationsprozess zu einem vorzugsweisen Ausathmungsprozesse gestalten müssen; insofern die Gase des Blutstromes einem grösseren Drucke unterworfen sind, als ihn die Atmosphäre übt. In der Respiration hält aber die Aufnahme der Luft in den Blutstrom der Ausgabe derselben nicht nur das Gleichgewicht, sondern es muss sogar die erstere die letztere in der Menge um so mehr übertreffen, als die aufgenommene Luft im Zustande der Gebundenheit auch an andern Orten des Organismus wieder abgesetzt wird, als bloss an dem ihrer Aufnahme. Aus dem Gesetze des Gleichgewichtes und in Analogie mit der Erscheinung der Gasdiffusion wird daher wohl nur die Ausathmung begreiflich; indem die, einem grösseren Drucke unterworfenene, Luft des Blutstromes ihren Ausweg nothwendig dahin nehmen muss, wo sie einen geringeren Widerstand findet, nämlich in die Atmosphäre; nicht aber auch die Einathmung, wobei eine Luft von geringerer Dichte einem grösseren Drucke unterworfen und verdichtet wird;

— abgesehen noch von dem Widerstande, welchen der Temperaturunterschied der einzuathmenden Luft entgegensetzt. Die Verschiedenheit der beiden Vorgänge, nämlich des der Respiration und des der Gasdiffusion zeigt sich auch in dem Endergebniss derselben. Durch die letztere wird lediglich die Herstellung des Gleichgewichtes unter den Luftarten von verschiedener Dichte angestrebt, ohne Rücksicht auf die eigenthümliche Natur der Luftart; bei der ersteren aber geschieht die Aufnahme der Luft nicht ohne alle Auswahl; indem die atmosphärische Luft nicht lediglich als solche, sondern vorzugsweise in dem einen ihrer mechanischen Bestandtheile, nämlich dem Sauerstoff aufgenommen wird. Auch ist die Diffusion der Gase, im Verhältnisse zu der Raschheit, womit sich der Luftwechsel in der Respiration vollzieht, ein sehr träger Vorgang, welchem selbst durch einen mechanischen Apparat, wie er der Respiration zur Verfügung steht, nicht aufgeholfen werden kann; denn es steht ausser allem Zweifel, dass bei der Respiration wohl die Aufnahme der Luft deren Zufuhr, nicht aber die Zufuhr der Luft deren Aufnahme bedingt. — Alle Aehnlichkeit, welche zwischen der Respiration und der Gasdiffusion besteht, beschränkt sich lediglich auf den einen Umstand, dass feuchte thierische Häute für den Ein- und Austritt der Luft, so wenig bei der ersteren, als bei der letzteren ein Hinderniss bilden. Allein darauf hin schon die Identität beider Vorgänge zu behaupten, geht um so weniger an, als ihre Proportionsverhältnisse verschieden und weit auseinandergehend, schlechterdings nicht mit einander in Einklang zu bringen sind.

Und so bleibt der Prozess der Respiration ohne Erklärung und sein oben aufgestelltes Gesetz ohne den Nachweis seiner materiellen Träger, so lang die mehr auf Autorität und Gewohnheit beruhende, als unbefangene selbständige, Auffassungsweise der Thatsachen hinderlich ist, allen ihren Verhältnissen gerecht zu werden. Die Verhältnisse

der Respiration, in Bezug auf die Art und das Maass der aufzunehmenden Luft, erlauben den Blutstrom nur mit einem Körper in dessen Zustande der polaren Erregung zu vergleichen und die einander diametral entgegengesetzten Pole des letzteren mit den einander gleichfalls diametral entgegengesetzten Kapillargefässen des ersteren in eine Parallele zu stellen. Der Blutstrom ist freilich kein magnetisirter Stahlstab, auch keine, aus Zink- und Kupferplatten aufgebaute, Säule; allein auf die Form des im Zustande der polaren Erregung erscheinenden Körpers kommt es nicht so sehr an, als auf das wesentliche Verhältniss desselben; da sich die Form hier ebenso, wie sonst überall, den Umständen anzupassen hatte. Und es dürfte mit weit weniger Schwierigkeiten, als es von Vornhinein erscheint, verbunden sein, das Wesen des Blutstromes in seiner gegebenen Form aufzufassen, wenn nur erst einmal der Versuch gewagt wird, die allgemeinsten Gesetze der Natur auch auf ihn anzuwenden und nicht, wie es meist noch geschieht, die Verhältnisse derselben einer bestimmten Anschauungsweise, sondern die Anschauungsweise seinen gegebenen, bestimmten Verhältnissen anzubequemen.

Wo immer Anziehung und Abstossung zum Vorschein kommen, dort sind sie das Ergebniss polarer Verhältnisse. Die Erscheinung der Anziehung und Abstossung kommt in dem Blutstrom an zwei verschiedenen Punkten desselben vor; nämlich in den Kapillargefässen der Lungenarterie und in denen der Aorta. In den Kapillargefässen der Lungenarterie stösst das Blut die Kohlensäure ab und zieht dafür die atmosphärische Luft und insbesondere den Sauerstoff derselben an; in den Kapillargefässen der Aorta dagegen stösst es den Sauerstoff ab und zieht dafür die Kohlensäure an; womit sich der Respirationsprozess vollzieht. Die Respiration ist daher der authentische Zeuge für das Verhalten des Blutstromes in den, einander diametral entgegengesetzten, Kapillargefässen, welches mit dem Verhalten der

Pole einer galvanischen Kette ganz übereinkommt und wodurch eben indirekt erwiesen wird, dass die Massen des Blutstromes in dem Zustande der polaren Erregung verharren; ohne welchen die Differenz und Spannung der Blutpole, ohne diese die Anziehung und Abstossung der Luftarten, ohne diese wieder die Respiration und ohne die letztere endlich der Kreislauf des Blutes selbst gar nicht denkbar wäre. Und so beruht der Blutkreislauf zuletzt doch nur auf dem Zustande der polaren Erregung seiner Massen, welcher Zustand nicht nur den Zusammenhang zwischen der Respiration und der Cirkulation ersichtlich, sondern auch die Nothwendigkeit begreiflich macht, mit welcher die erstere unter Einem der Grund und die Folge der letzteren sein müsse. Die Erscheinung der Respiration in allen ihren Verhältnissen erhält daher nur aus dem Verhältnisse des polaren Gegensatzes, in welchem die Massen des, in sich geschlossenen, Blutstromes zu einander stehen, eine befriedigende Erklärung, d. h. eine solche, welche nach allen Seiten hin den bekannten Thatsachen gerecht wird, einschliesslich des oben aufgestellten Respirationsgesetzes, welchem die Blutpole als Träger dienen. Denn nichts ist natürlicher und einleuchtender als, dass die in dem Organe der Respiration aufgenommene und von dem arteriellen Strome des Blutes fortgeführte atmosphärische Luft unterwegs in den, dem Blute selbst eigenen, Zustand der Erregung versetzt und von demselben, als gleichnamig gewordener Pol bei der nächsten Gelegenheit, nämlich in dem Parenchym der Organe wieder abgestossen werde; und, dass dasselbe dem, in dem Parenchym der Organe frei gewordenen kohlensauren Gase widerfahre, welches als polar ungleichnamig oder doch als indifferent, in das Blut aufgenommen, von dem venellen Strome aber, dessen Massen ihm unterwegs den ihnen selbst eigenen Erregungszustand beibringen, fortgeführt und als gleichnamiger Pol in den Lungen wieder abgestossen wird. Die, die Grösse der Respiration bedingende

Stärke der Anziehung und Abstossung hängt aber ab von der Stärke der Polspannung und diese wieder von dem Grade der Erregung der ganzen Kette, deren Schlusspunkte die Pole sind; der Grad der Erregung aber hängt ab von der Zahl und der Mächtigkeit der motorischen Elemente der Kette. Und da das Blut, als der Inbegriff der motorischen Elemente, sowohl in seiner Quantität, als auch in seiner Qualität Veränderungen unterworfen ist, über Einfluss der verschiedensten Momente, worunter auch das der Einschaltung fremder Stoffe in seinen Kreis, wie z. B. der medicamentösen, als nicht unwichtig zu erwähnen; so wird daraus begreiflich, mit welcher Nothwendigkeit sich in Folge jeder Veränderung in den quantitativen und qualitativen Verhältnissen des Blutstromes die Verhältnisse der Respiration selbst auch ändern müssen.

Höchst sonderbar ist es daher und auf dem Gebiete der Wissenschaft nicht wenig überraschend, wenn mit einem und demselben Munde einerseits den Massen des Blutstromes der polare Erregungszustand abgesprochen und andererseits wieder behauptet wird, dass diese Massen auf ihrem Umlaufe fortwährenden Veränderungen unterworfen sind. Wer den polaren Erregungszustand des Blutstromes läugnet, darf keinerlei Veränderung seiner Massen während ihres Umlaufs zugeben. Wer aber deren fortwährende Veränderung behauptet, darf den polaren Erregungszustand derselben nicht mehr in Frage stellen, sondern höchstens nur noch fragen: warum sich derselbe an dem elektrischen Multiplikator nicht zu erkennen gibt. Denn jede, in den Massen vor sich gehende, Veränderung, die physikalische sowohl, wie die chemische, versetzt dieselben in den Zustand der polaren Erregung; und die Massen des Blutstromes bilden in dieser Beziehung um so weniger eine Ausnahme von der allgemeinen Regel, als sich ihr Erregungszustand durch seinen, in der Charakterschiedenheit des arteriellen und des venellen Blutes, auch in Bezug auf den Wechsel der

Luft, ausgesprochenen Gegensatz so deutlich für einen polaren ausgibt, als es unter den gegebenen Umständen nur immer möglich war; und immerhin deutlich genug, um nicht noch ferner verkannt und in Abrede gestellt zu werden.

VII. Die thierische Eigenwärme.

Unverkennbar ist der Zusammenhang der thierischen Eigenwärme mit der Respiration und dem Blutumlauf; allein der Grund, auf welchem dieser Zusammenhang beruht, hat erst noch ermittelt zu werden. Die Zeit ist noch nicht lang, oder kaum schon um, wo es zur Orthodoxie gehörte, die thierische Eigenwärme für das unmittelbare Ergebniss der Verbrennung des Kohlenstoffs und des Wasserstoffs, und die vom Organismus zur Ausscheidung gebrachte Kohlensäure und den Wasserdampf für die Produkte einer unmittelbaren Verbrennung zu halten. — Auch sind die mühsamen Versuche aus älterer und neuerer Zeit bekannt, welche zum Zwecke hatten, für die Richtigkeit dieser theoretischen Anschauung die praktischen Belege herbeizuschaffen. Die Versuche bestehen darin, dass die, in einer bestimmten Zeit vom thierischen Organismus zur Erscheinung gebrachte, Wärme ziffermässig bestimmt und mit derjenigen verglichen wurde, welche sich ergibt, wenn eine gleiche Menge von Stoffen, welche in derselben Zeit der Organismus umsetzt, unmittelbar verbrannt wird. — Das Ergebniss dieser Versuche entspricht indess nicht den davon gehegten Erwartungen; das aber hat wenigstens den Vortheil gebracht, dass sich die Hypothese von den s. g. respiratorischen Nahrungsmitteln und die darauf begründete Verbrennungstheorie nicht mehr als die, zur Erklärung der thierischen Eigenwärme, allein berechnete geberden darf. — Uebrigens ist

es nicht der Mangel an der ziffermässigen Uebereinstimmung der beiden, mit einander verglichenen, Wärmegrössen, was dieser Hypothese am meisten entgegen steht; sowie ihre allfällige Uebereinstimmung eben auch nicht ihre festeste Stütze gewesen wäre. Denn so lange in dem thierischen Organismus der Zusammenhang zwischen den Stoffen der Verbrennung und deren Produkten nicht als ein unmittelbarer nachgewiesen ist, liegt auch kein Anstand ob, sowohl den Mangel der ziffermässigen Uebereinstimmung auf Fehlern in der Ausführung des Versuches, als auch die etwaige Uebereinstimmung auf einem blossen Zufalle beruhen zu lassen. Was aber, bei der Abwägung der Gründe für und gegen, so schwer ins Gewicht fällt, das ist eben die Unerweisbarkeit dieses Zusammenhanges als eines unmittelbaren; insofern es schlechterdings unmöglich ist, in jedem besondern Falle genau zu bestimmen, wie viel von den eingenommenen Stoffen zum Umsatz und wie viel zum Ansatz verwendet wurde; und insofern die Annahme der im Organismus unmittelbar vor sich gehen sollenden Verbrennung des Kohlenstoffs und des Wasserstoffs nicht aus einer Nothwendigkeit, sondern aus dem Vorurtheil entspringt, dass alle Kohlensäure und aller Wasserdampf, welche vom Organismus ausgeschieden werden, auch in demselben auf dem synthetischen Wege erzeugt worden sind. Denn diese Kohlensäure kann eben so gut nur ein chemisches Edukt sein, gleichsam das Caput mortuum eines, für andere Zwecke des Organismus verwendeten, Stoffes; wie es der Wasserdampf, welcher ausgeschieden wird, auch zum grössten Theile ist. In dem cirkulirenden Blute ist freier Sauerstoff allerdings vorhanden und wird von demselben in dem graden Verhältnisse zu seiner Aufnahme, auch als solcher fortwährend in die Gewebe wieder abgesetzt, ohne dass er je als freier Sauerstoff wieder zur Ausscheidung gelangt. Und das spricht bestimmt genug für seinen chemischen Verbrauch im Bereiche des thierischen Organismus; allein die Kluft zwischen

dem stetigen Verschwinden des Sauerstoffs aus dem Blute und dem Auftreten der Kohlensäure und des Wasserdampfes ist denn doch zu weit, als dass es anginge, diese letzteren mit der erforderlichen Sicherheit für die unmittelbaren Produkte einer, im Organismus vor sich gegangenen, Verbrennung des Kohlenstoffs und Wasserstoffs hinzustellen. Dagegen spricht vielmehr der Umstand, dass der Respirationsprozess selbst kein chemischer ist und dann, dass weder der Kohlenstoff noch der Wasserstoff im Bereiche des thierischen Organismus im freien Zustande angetroffen werden. Es müsste daher vorläufig die Art und Weise gezeigt werden, in welcher sich der Sauerstoff des Kohlenstoffs und des Wasserstoffs der thierischen Materie bemächtigt, ohne in derselben alle jene Prozesse hervorzurufen, welche unter dem Namen der Gährung zusammenbegriffen werden; ehe es angehen möchte, die thierische Wärme für das unmittelbare Ergebniss einer im Organismus vor sich gehenden Verbrennung auszugeben. Allein die chemische Theorie der thierischen Eigenwärme geht über alles das mit einem Stillschweigen hinaus, als gehörte das alles gar nicht zur Sache!

Massgebend für die Beurtheilung der, im Bereiche des Blutstromes vor sich gehenden, chemischen Prozesse, ist die chemische Beschaffenheit der Schlacken und namentlich des Harns und der Galle, welche vom Organismus ausgeschieden werden. In diesen Auswurfstoffen kommt weder der Kohlenstoff noch der Wasserstoff für sich besonders in Verbindung mit dem Sauerstoffe, zu zwei Elementen — als Oxyde — vor; sondern immer nur zu drei, wie in den Fettsäuren, Harzen und Farbstoffen; oder auch noch in Verbindung mit dem Stickstoff, zu vier Elementen, wie z. B. in dem Harnstoff und der Harnsäure. Wie sich diese ternären und quaternären Verbindungen unter Hinzuthun des Sauerstoffs, bilden können, bleibt vom rein chemischen Standpunkte ebenso unbegreiflich, wie es das Flüssigbleiben des

Faserstoffs in dem cirkulirenden Blute und das Gerinnen desselben in dem ruhenden, war. Denn der Sauerstoff kann sich keines der Elemente der organischen Materie bemächtigen, ohne die organische Verbindung, in welcher sie bisher gestanden haben, aufzuheben. Das aber wäre gleichbedeutend mit deren Zerfall in Elemente; wornach diese letzteren wieder frei würden und es für dieselben weiter kein Hinderniss gebe, ihren ursprünglichen Neigungen zu folgen und zu binären Verbindungen zusammen zu treten. Unter diesen Umständen würde aber auch der Sauerstoff, zufolge seiner Stellung in der electrochemischen Reihe, eine andere Wahl treffen und den Kohlenstoff und Stickstoff dem Wasserstoffe überlassen und sich lieber an die, ihm chemisch näher verwandten, Stoffe, den Phosphor, den Schwefel und das Eisen, der thierischen Materie halten. Da aber in den Auswurfstoffen binäre Verbindungen nur ausnahmsweise vorkommen und meist nur in pathologischen Zuständen und dann immer in tertiären Verbindungen, wie z. B. in den SalzkrySTALLen der basisch phosphorsauren Ammoniak-Magnesia eine zu treffen ist, so wird hieraus begreiflich, dass der Angriff des, durch die Respiration aufgenommenen, Sauerstoffs auf die thierische Materie an eine bestimmte Form gebunden ist; was denselben verhindert, seine allgemein zersetzende Wirkung auf dieselbe auszuüben. Die chemische Beschaffenheit der organischen Schlacken stellt es daher ausser Zweifel, dass die Verwendung des Sauerstoffs im Bereiche des thierischen Organismus eine ganz andere ist, als die, den Kohlenstoff und den Wasserstoff aus ihren bestandenen organischen Verbindungen herauszureissen. Und eben desshalb kann die Oxydation der thierischen Materie, unter welcher besonderen Form immer dieselbe vor sich gehen möge, nicht der nächste Grund der thierischen Eigenwärme sein.

Gegen die chemische Ansicht von der thierischen Eigenwärme und für eine besondere Verwendungsart des

Sauerstoffes im Bereiche des thierischen Organismus sprechen die, in demselben vorkommenden, chemischen Reduktionen gewisser Stoffe noch entschiedener, als die bisher beleuchteten Verhältnisse. In den Säften und Geweben des thierischen Organismus kommen, als deren ordentliche Elementarbestandtheile Phosphor, Schwefel, Eisen in andern Verbindungen vor, als die sind, in welchen sie demselben mit den Nahrungsmitteln dargeboten werden. Sie müssen daher aus ihren früheren Verbindungen, den Oxyden und Salzen, innerhalb des Blutstromes in den regulinischen Zustand zurückgeführt worden sein. Die Voraussetzung der Reduktion ist, wenigstens in Betreff des Eisens, eine nothwendige, wenn sie nicht mit gleicher Nothwendigkeit auch den Phosphor und den Schwefel betreffen möchte, insofern von diesen letzteren immerhin angenommen werden kann, dass sie mit gewissen, sowohl vegetabilischen, als animalischen, Nahrungsstoffen, zu deren Zusammensetzung sie in regulinischem Zustande, als deren ordentliche Elementarbestandtheile, beitragen, auch in den Blutstrom aufgenommen werden. Allein das regulinische Eisen kommt in den resorbirbaren Edukten der Nahrungsmittel, als deren Elementarbestandtheil, nicht vor und kann daher, als solches, in den Blutstrom auch nicht gelangen, wenn es auch dem Organismus, als solches, dargeboten würde; denn es wird von den Verdauungssäften angegriffen und gebunden; was seine nachfolgende Reduktion mit Nothwendigkeit bedingt, um sich an der Zusammensetzung derjenigen organischen Stoffe und Gebilde, die es im regulinischen Zustande, als ordentlichen Elementarbestandtheil, enthalten, betheiligen zu können. Und so fragt es sich: Welche Mittel und Wege stehen dem Organismus, behufs Reduktion des Eisens, zu Gebote? Auf nassem Wege ist das Eisen chemisch nicht reducirbar; und der trockene ist dem Organismus schlechterdings unzugänglich. Und so bleibt ihm nur noch der elektrolytische übrig. Der Organismus und insbesondere der Blutstrom muss da-

her ebenso nothwendig im Besitze der Mittel sein, welche den elektrolytischen Prozess bedingen, einleiten und durchführen, als es wahr ist, dass regulinisches Eisen zu den ordentlichen Elementarbestandtheilen gewisser seiner Stoffe gehört. Diese Mittel können ihm aber auch um so weniger abgesprochen werden, als die Electrolyse nicht die einzige Thatsache ist, welche im Bereiche des thierischen Organismus aus polaren Verhältnissen entspringt; und welche daher das Vorhandensein solcher Mittel mit gleicher Nothwendigkeit fordern. Es sind das dieselben Mittel, welche mit der Elektrolyse unter Einem auch bei der Respiration, in Betreff der Aufnahme der atmosphärischen Luft, nicht nur das Maass handhaben, sondern auch dem aufgenommenen Sauerstoffe für den Angriff auf die thierische Materie bestimmte Zielpunkte anweisen.

Vollends unvereinbar mit der chemischen Ansicht von der thierischen Eigenwärme ist die gleichzeitige Erscheinung verschiedener Grade der Blutwärme auf verschiedenen Stellen des Organismus, auf welchen ein, dem entsprechend, verschiedener Intensitätsgrad des Verbrennungsprozesses nicht füglich kann als Grund angenommen werden, wenn sich die Angabe wiederholt bewahrheitet, — woran vollkommen stichhältige Gründe keinen Zweifel aufkommen lassen, dass das Blut in der Lebervene wirklich wärmer ist, als selbst das in dem linken Herzventrikel. Und wird nun auch noch hinzugenommen, dass die Erscheinung der thierischen Eigenwärme in allen ihren Verhältnissen von den Verhältnissen der Ernährungsweise bis zu einem gewissen Grade vollkommen unabhängig ist und regelmässigen, täglichen Schwankungen unterliegt, die sich an den Typus der Circulation des Blutes genau halten, während den chemischen Prozessen alles fremd ist, was auch nur im Entferntesten an eine Aehnlichkeit mit einem Typus erinnern könnte, so dürfte es wohl schwer sein, sich noch ferner der Ueberzeugung zu verschliessen, dass es schlechterdings unmöglich

sei, die Frage der thierischen Eigenwärme auf dem bisher begangenen, chemischen Wege einer befriedigenden Lösung zuzuführen. Dass nicht versuchsweise früher schon ein anderer betreten wurde, mag in der Doppelwendigkeit des Begriffes von der Wärme seinen Grund haben; welche letztere in ihrer objektiven Erscheinungsweise roh empirisch aufgefasst, auch dem Physiologen lediglich nur Wärme ist, ohne allen, dieselbe näher bestimmenden, Nebengriff; etwa so, wie bis heute noch dem Pathologen das Fieber nur ein Fieber, nämlich eine symbolische Bezeichnung für eine Gruppe, sowohl objektiver als auch subjektiver Erscheinungen, ohne den Nachweis des Grundverhältnisses, aus welchem sie entspringen, und der Art und Weise, in welcher sie unter einander zusammenhängen.

Wer sich über die Erscheinung der Wärme überhaupt, und der thierischen Eigenwärme insbesondere Rechenschaft geben will, muss sich im Vorhinein entschieden haben, welchen Nebengriff er mit dem Begriffe der Wärme verbinde: ob den eines Urstoffes, oder den einer Ureigenschaft der Stoffe. Ein dritter Begriff ist schlechterdings nicht denkbar. — Die Wärme ist freilich, wie alles Andere auch, zunächst nur in ihrer sinnlich wahrnehmbaren Aeusserung aufzufassen. Worauf diese beruhe, kommt hier gar nicht in Betracht; indem es nicht in der Absicht liegt einen alten Principienstreit über eine transscendente Frage aufzuwärmen und zum Austrag zu bringen. Hier ist nur zu bemerken, dass von Vornhinein Jedermann die Wahl noch freisteht, sich entweder für den einen, oder für den andern der beiden mit dem Begriffe der Wärme zu verbindenden Nebengriffe zu entscheiden; insofern es der eigenen Einsicht überlassen bleiben muss, zu bestimmen, mit welchem von beiden sich besser zurecht kommen lasse. Was aber Niemand frei steht, das ist: die Wärme hintennach noch in der Rolle eines Stoffes auftreten zu lassen, nachdem sie bereits in der einen Eigenschaft vorgeführt wurde; und umgekehrt. Denn da-

runter leidet, zumal bei dem Mangel an der nothwendigen Begriffsschärfe der Kunstsprache so sehr die Klarheit der Vorstellung, dass es unmöglich wird, in jedem besondern Falle besprochener Wärmeerscheinung, sich über die damit verknüpfte Vorstellung genaue Rechenschaft zu geben. Wird die Wärme mit dem Nebenbegriffe eines Urstoffes aufgefasst, so muss sie von dem Gedanken in einem absoluten Quantum festgehalten werden, wobei alle Möglichkeit, sowohl der Vermehrung, als auch der Verminderung überhaupt ausgeschlossen bleibt; denn Urstoffe lassen sich weder erzeugen, noch vernichten; wenigstens bleibt das Eine, so wie das Andere dem menschlichen Verstande unbegreiflich. Aus diesem Gesichtspunkte betrachtet, kann von einer Erzeugung der Wärme gar nicht die Rede sein, sondern höchstens nur von einer Mittheilung derselben durch Uebergang von dem einen Gegenstande auf den andern. Alsdann muss angenommen werden, dass sich das vorhandene, absolute Quantum der Wärme nach irgend einem Princip derart auf die Massen der Körper vertheilt, dass ein Ueberschuss davon bei der einen Masse nur auf Unkosten des Wärmeanteils einer andern Masse eintreten könne. Würde nun der Wärmebegriff mit dem Nebenbegriffe des Urstoffes auf die Erscheinung der thierischen Wärme übertragen, so müsste vor Allem gezeigt werden, welche Stoffe oder Massen es sind, die von ihrem Wärmestoffe einen Theil an den Organismus überhaupt und insbesondere an sein Blut, abzutreten haben; und dann würde die Bedingung namhaft zu machen sein, unter welcher auf der einen Seite Abgabe und auf der andern Annahme der Wärme eintreten müsse; oder mit andern Worten: es müssten die Gesetze der Freizügigkeit der Wärme entwickelt und auf ihre Grundlagen zurückgeführt werden; was übrigens, schon auf den ersten Blick erkennbar, ein Unternehmen wäre, das auf Erfolg nicht die mindeste Aussicht hat. — Wird aber die Wärme mit dem Nebenbegriffe der Eigenschaft aufgefasst, dann ist sie, als eine

graduell messbare Grösse, mit ihrem Stoffe in einem ursprünglich festgestellten Verhältnisse untrennbar verbunden und ihre jeweilige Erscheinung durch einen besondern Zustand ihres Trägers bedingt; und daher niemals an und für sich veränderlich, sondern nur nach Massgabe der Veränderung, welche sich im Zustande des sie zur Erscheinung bringenden Stoffes ergibt. Und aus diesem Gesichtspunkte betrachtet, kann wieder von einer Mittheilung oder Uebertragung der Wärme keine Rede sein; weil sich Eigenschaften eben so wenig übertragen und mittheilen lassen, als Urstoffe machen. Wenn aber die Erfahrung nichts destoweniger doch für eine Mittheilung oder Uebertragung der Wärme zu sprechen scheint, so ist das eben nur ein, auf Sinnestäuschung beruhendes, Vorurtheil — ein populärer Empirismus — und wissenschaftlich dahin zu berichtigen, dass die Körper vermöge jenes ihrer Zustände, von welchem die Erscheinung der Wärme in dem ihm entsprechenden Grade unzertrennlich ist, in andern Körpern den gleichen Zustand erregen; was sie freilich nur auf Unkosten des eigenen Zustandes zu thun vermögen; oder mit andern Worten: Der von Wärmeerscheinung begleitete Zustand eines Körpers geht eben dadurch, dass er in einem andern den gleichen Zustand hervorrief, auf denselben Grad herunter, bis zu welchem sich der des andern erhob; d. h. die Körper haben auch in Bezug auf ihre Erregungszustände das Bestreben, sich mit einander in das Gleichgewicht zu setzen. Die vorher noch kalten Körper bringen unter dieser Bedingung dann Wärme zur Erscheinung, nicht als eine ihnen fremdher mitgetheilte, sondern als ihre ureigene, die sich aber erst dann als eine überschüssige geltend macht, wenn ihr Träger durch äussere Umstände in den Zustand der ihr entsprechenden Erregung eines höheren Grades, als der war, den er vorher besass, und als ihn die übrige Umgebung zeigt, versetzt wurde. In diesem Betreff steht die Wärme in Analogie mit der Elektricität, insofern elektrische

Körper vermöge eben dieses ihres Zustandes der Erregung auch in andern Körpern denselben Zustand erregen. Die Erscheinungen, nämlich die der Wärme und die der Elektrizität haben daher auch die gleiche Veranlassung, als: Druck, Stoss, Reibung, chemische Synthese etc., kommen immer mit einander vergesellschaftet vor und äussern sich nur so lang als frei, bis aller Unterschied, in Bezug auf den Grad der sie bedingenden Erregung zwischen ihren Trägern und deren Umgebung, ausgeglichen ist. Deshalb dürfte es auch hier am rechten Orte sein, die Bemerkung zu machen, dass die Bezeichnungen: frei und latent weit besser auf die Elektrizität, als auf die Wärme anzuwenden sind, weil damit keine mathematisch bestimmten Grössenbegriffe ausgedrückt werden und wohl der Zustand bekannt ist, in welchem irgend ein Körper entweder freie, oder aber gar keine Elektrizität äussert; nicht aber derjenige, in welchem ein Körper aller Wärme ermangelt; nachdem diese letztere, ebenso wie die grade Linie, nach keiner Seite hin eine bekannte Grenze hat.

Unter den verschiedenen Körpern findet Ausgleichung, in Betreff des Grades ihrer Erregung überhaupt, und desjenigen insbesondere, welcher Wärmeerscheinung in seinem Gefolge hat; oder die Rückkehr der Körper aus dem Zustande relativer Erregung in den der relativen Ruhe, nach einem allgemeinen, in dieser Hinsicht aber noch gar nicht gewürdigten Naturgesetze des Gleichgewichtes statt; und dieses Gesetz weist mit Nothwendigkeit auf ein ursprünglich festgestelltes Mass- oder Grössenverhältniss zwischen Stoff und jeder seiner Eigenschaften; worauf gelegentlich schon (IV g. u. VII) hingewiesen wurde. Es ist diess dasselbe Gesetz, nach welchem sich in Bezug auf Mass und Gewicht alle Dinge des Weltalls geordnet haben; nur hier in besonderer Anwendung desselben auf jedes einzelne Atom der Stoffe und ihrer Eigenschaften.

Zum Begriffe der thierischen Eigenwärme, als wesent-

lich, gehört auch das Merkmal der Gradbeständigkeit ihrer Erscheinung. Die Erfahrung lehrt nämlich, dass das Steigen der Eigenwärme über das präliminirte Mass, so wie ihr Sinken unter dasselbe, für den betreffenden Organismus von verderblichen Folgen begleitet ist. Wird die Wärme überhaupt für flüchtig und übertragbar gehalten und die Quelle der thierischen Eigenwärme in den Prozess der Verbrennung gelegt, so wird dieser letztere auch mit einer sich immer gleichbleibenden Ergiebigkeit stillschweigend vorausgesetzt; insofern mit dieser Anschauungsweise ganz folgerichtig von einem Mechanismus gesprochen wird, womit der Organismus ausgestattet sei, um die Ausgaben seiner Wärme damit zu reguliren; denn Niemand kann sich der Täuschung so weit hingeeben haben, um zu glauben, dass ein Mechanismus, von welcher Konstruktionsart immer, der Aufgabe werde genügen können, die Wärme auf einer sich gleichbleibenden Höhe zu erhalten, ohne die Bedingung einer immer gleichen Ergiebigkeit der Wärmequelle. In der That versetzt die Unbeständigkeit der äussern Verhältnisse, in Bezug auf Wärme, den Organismus in die Nothwendigkeit, sich denselben anzupassen; und es wird ihm das Vermögen, es innerhalb gewisser Grenzen auch zu thun, nicht abgesprochen werden können, wenn darunter nicht ein besonderer mechanischer Apparat, sondern der, auf dem Verhältnisse der strengsten Gegenseitigkeit beruhende, Wechsel verstanden wird, welchem die vom wandelbaren Stande der Erregung abhängigen Eigenschaften der Stoffe und Gewebe des Organismus dem Grade nach unterliegen. Allein durch die Auffassung dieses Verhältnisses der Gegenseitigkeit als eines Wärmeregulators, so weit derselbe auf die Erscheinung der thierischen Eigenwärme Einfluss nimmt, stellt sich die letztere unter einen Gesichtspunkt, unter welchem sie nicht nur als ein bestimmtes Quantum von Wärmestoff erscheint, sondern auch als etwas, für den Bestand der Lebensthätigkeiten Wesentliches, auf dessen Erzeugung und

Erhaltung in einer bestimmten, stets vorhanden sein sollen- den Menge es daher im Haushalte des thierischen Organismus geflissentlich abgesehen sei; was hier insbesondere klar hervorzuheben war, um bei Beurtheilung, nicht sowohl der Wärmeerscheinung an sich, als vielmehr nur der vagen, und eben darum wissenschaftlich gar nicht brauchbaren, Auffassungsweise derselben mit in Anschlag gebracht werden zu können. —

Wesentlich ein anderer ist der Gesichtspunkt für die Bewerthung der thierischen Eigenwärme und der auf ihre Erscheinung Einfluss nehmenden Verhältnisse, wenn die Wärme als eine Ureigenschaft der Stoffe betrachtet wird. Unter diesem Gesichtspunkte erscheint die thierische Eigenwärme als der sinnlich wahrnehmbare Ausdruck einer besondern, die Lebensthätigkeit bedingenden, oder vielmehr sich damit identificirenden Erregung der Stoffe, deren Grad dem Grade der Wärmeerscheinung immer proportional ist und hat, insofern sie den jeweiligen Stand der Erregung anzeigt, denselben Werth wie der Zeiger auf dem Zifferblatte eines Uhrwerks; was zu wissen für den Physiologen, mehr aber noch für den Pathologen und praktischen Therapeutiker insofern von grossem Belange ist, als für den gedeihlichen Fortgang der Lebensthätigkeiten ein fixer Grad der Stofferregung erfordert wird. Hieraus ist nun auch ersichtlich, dass die thierische Eigenwärme nicht als solche unmittelbar, sondern in ihrem Grunde, nämlich dem specifischen Erregungszustande ihres Trägers von den Aussenverhältnissen nur mittelbar beeinflusst werde; und dass die Fähigkeit des Organismus diesen Einfluss innerhalb gewisser Grenzen abzuwehren und unschädlich zu machen, lediglich auf dem Verhältnisse beruht, in welchem die Eigenschaften seiner Stoffe und Gewebe zu einander stehen.

Nach dieser Vorausschickung, welche zum Zwecke hatte, den Standpunkt zu bezeichnen, von welchem aus die Wärme überhaupt aufgefasst, und die Erscheinung der thie-

rischen mit Folgerichtigkeit beurtheilt werden müsse, lässt sich die Frage nach dem Grunde der thierischen Eigenwärme bestimmter also fassen: Ist die thierische Eigenwärme das unmittelbare Ergebniss der Verbrennung —, welches sind dann die besondern Umstände, welche den Verbrennungsprozess, bei aller Ungleichheit in der Zufuhr der Brennstoffe nichts destoweniger doch in feste Grenzen eindämmen und zu einer sich gleichbleibenden Ergiebigkeit nöthigen? Ist sie aber der sinnlich wahrnehmbare Ausdruck eines specifischen Erregungszustandes der organischen Stoffe —, welches ist dann die Bedingung, unter welcher sich die Erregung immer auf gleicher Höhe erhalten muss? Die Beantwortung dieser Fragen, welche in ihren wesentlichsten Punkten, nämlich dem der Umstände und dem der Bedingung zusammenfallen, dürfte jetzt mit weniger Schwierigkeiten verbunden sein, als es vordem ihre Fassung war; zumal die vorangegangene Zeit dazu beinahe alle nöthigen Vorbereitungen schon getroffen hat, so dass es nur noch darauf ankommt, die hieher gehörigen Thatsachen in ihrer natürlichen Beziehung auf einander folgerichtig zu ordnen, um sie selbst durch ihren Zusammenhang sprechen zu lassen. Zu diesem Behufe müssen aber vorläufig noch einige, bisher weniger beachtete Verhältnisse des Blutkreislaufs und seines mechanischen Apparates hervorgehoben und näher beleuchtet werden. Und bis dahin muss die weitere Besprechung des Gegenstandes der eigentlichen Frage noch aufgeschoben werden und einem spätern Abschnitt vorbehalten bleiben.

VIII. Die Eigenbewegung des Blutes als Thatsache und Vorbedingung anderer Thatsachen.

Zahlreiche, bis in die Entwicklungsgeschichte des thierischen Organismus hinauf reichende Thatsachen der Erfahrung stehen mit der Annahme einer lediglich passiven Blutbewegung in dem grellsten Widerspruche. Die homogene Masse des Keimstoffes zerfällt, wenngleich über äussere Veranlassung, doch aus innerer Nothwendigkeit in Gruppen, aus welchen nachträglich die Hauptsysteme des thierischen Organismus, wie z. B. die Nerven, das Blut etc. gleichsam herauskrystallisiren. Der Zerfall des Keimstoffes und die neue Gruppierung seiner Moleküle sind, ohne Ortsveränderung dieser letzteren, undenkbar und daher mit Bewegung ganz gleichbedeutend. Die Bewegung in dem vorliegenden Falle ist an und für sich freilich auch ein mechanischer Akt; allein ihr Ursprung ist nichts weniger als mechanisch; insofern sie denselben nicht einem mechanischen, ausserhalb der in Bewegung gerathenen Moleküle liegenden, Getriebe verdankt, sondern der Eigenschaft derselben, sich gegenseitig anzuziehen und abzustossen; und eben dadurch charakterisirt sie sich als Eigenbewegung. Die Keimentwicklung wird daher durch Eigenbewegung der Keimstoffmoleküle eingeleitet und fortgesetzt; und insofern der ganze Prozess der Bildung in Ernährung und Wachsthum nur die Fortsetzung des Keimentwicklungsprozesses bildet, darf die Eigenbewegung der dazu in Verwendung kommenden Stoffe, als unerlässliche Bedingung des Bildungsprozesses, für keinen Augenblick derselben aufgegeben werden. — Ferner: Das Blut tritt in seiner Keimgruppe auf vor den Gefässen, mit der Nothwendigkeit vor sich, sich seine Kanäle selbst erst graben und bewandern zu müssen. Die Blutgefässe sind unbestritten das Werk der, vor ihnen schon bestandenen, Blutbewegung, welche sich, so lange zu ihrer Werkstellung noch keine äussern Mittel

vorhanden waren, mit keinen andern in's Werk setzen konnte, als nur mit den dem Blute selbsteigenen; und daher sprechen sie — nämlich die Blutgefäße — schon als solche, für die Eigenbewegung des Blutes mit derselben Nothwendigkeit, mit welcher das Blut für die Eigenbewegung der dasselbe zusammensetzenden Elemente schon gesprochen hat. Vom embryologischen Standpunkte ist es daher unzulässig, den Kreislauf des Blutes von dessen Behältern, wozu auch das Herz gehört, abzuleiten; insofern es unzulässig ist, die Folge eines Grundes für den Grund desselben auszugeben. Aber auch der organologische Standpunkt stellt das gleiche Ergebniss der Betrachtung in sichere Aussicht. Denn das Herz, obwohl im nächsten Vordergrunde, als Hebel der Blutbewegung wirksam, ist doch nicht selbst der zureichende Grund seiner Thätigkeit, sondern es leitet dieselbe ab von einer Reihe von Bedingungen, die als Ursache und Wirkung zugleich in einander greifen. Unter diesen Bedingungen stehen die Thätigkeiten des Blutes und der Nerven oben an; und die des ersteren sind nicht niedriger anzuschlagen, als die der letzteren, insofern die Nerven nicht nur aufhören ihre Thätigkeit zu äussern, sondern auch das Vermögen dazu einbüßen, sobald sie mit dem Blute ausser Wechselwirkung getreten sind. Worin diese letztere bestehe, hat nicht hier untersucht, wohl aber der, zwischen dem Begriffe der Thätigkeit und dem, des dieselbe bedingenden Vermögens bestehende, Unterschied insofern hervorgehoben zu werden, als es wichtig ist, der materiellen, mit Massenaufwand verbundenen Leistung des Blutes gegenüber, seine virtuelle, lediglich auf der Eigenschaft beruhende, festzuhalten und mit der, auch nur aus der Eigenschaft sich ergebenden Leistung der Nerven in eine Parallele zu stellen. Und so stellt es sich aus dem Verhältnisse der Verknüpfung von Ursache und Wirkung klar heraus, dass das Blut für den Zweck seines Umlaufs lediglich mit seiner Eigenschaft im Gegensatze zum Stoffe, als dem Eigenschaftsträger,

selbstthätig eintreten müsse; und dass diese seine Mitwirkung nicht anders, denn nur als Eigenbewegung aufgefasst werden könne. — Zu dieser Forderung der Vernunft, dem Blute Eigenbewegung oder doch wenigstens die eine von den beiden dazu erforderlichen Bedingungen einzuräumen, als Analogon des den Nerven eigenthümlichen, auf ihrer Eigenschaft beruhenden Leistungsvermögens, das denselben doch Niemand streitig macht —, kommen noch Ergebnisse der Erfahrung hinzu, welche die Eigenbewegung des Blutes als Thatsache sinnlich wahrnehmen lassen.

1) Das Herz ist das zuletzt in Ausführung gebrachte Stück in der Architektur des Kreislaufsapparates; es entwickelt sich an und aus den, schon zu einer Kreisbahn geschlossenen, Gefässen und empfängt von den Eihäuten Blut, bevor es welches ausgesendet hat; und kann schon deshalb nicht der Grund einer Erscheinung sein, welche schon vor seinem Auftreten bestanden hat.

2) Die gefärbten Körperchen des, in Folge von Gefässverletzung ausgetretenen, Blutes machen einzeln an der äussern Gefässwand Bewegungen hin und her, suchen die Oeffnung ihres Austrittes, oder bei vollkommen entzwei geschnittenen Gefässen, die offene Venenmündung auf und begeben sich durch dieselbe wieder zurück in den allgemeinen Strom.

3) Das Blut macht, indem es über angebrachte Entzündungsreize Stasen bildet, sowohl bei bestehender, als auch bei, mittelst Gefässunterbindung aufgehobener Freiheit der Cirkulation, nicht nur vorwärtsschreitende, sondern auch rückgängige Bewegungen.

4) Der Blutlauf setzt sich in den Gefässen, auch nach abgeschnittener vis a tergo noch eine Zeitlang fort.

5) Zu der letzteren Thatsache bildet der Umstand ein Seitenstück, dass die Arterien nach dem Tode leer gefunden werden, mit Ausnahme jener Fälle, in welchen der Tod durch Erstickung oder Vergiftung mit narkotischen Mitteln

eingetreten ist. Die Reihe der für die Eigenbewegung des Blutes mit gleicher Nothwendigkeit sprechenden Thatsachen, worunter auch die, dass Embryonen mit Herzdefekt ihre Entwicklung erreicht und ausgebildete Organismen mit schadhaftem oder gänzlich entartetem und funktionsunfähig gewordenem Herzen ihr Leben, ohne wahrnehmbare Störung, gefristet haben, liesse sich noch weiter fortsetzen; allein es ist für den vorliegenden Zweck weder möglich noch nothwendig, alle bisher bekannt gewordenen und hierauf Bezug nehmenden Fälle aufzuzählen; da jeder einzelne, für sich allein genommen, nicht weniger beweist, als alle zusammen. Indess möge hier die Anführung noch einer Thatsache ihre Entschuldigung finden. — Es ist das die des Typus der Cirkulation, nämlich jene periodische Wiederkehr von Fluth und Ebbe, worin der Inhalt der Arterien mit dem der Venen abwechselt. Der Typus der Cirkulation kommt freilich nur in pathologischen Zuständen deutlich zum Vorschein. Und das ist allerdings ein Umstand, welcher zum Vorwande genommen werden kann, dem Blutumlaufe den Typus, als die normale Weise in die Erscheinung zu treten, abzusprechen und denselben lediglich für eine Form, in welcher die Krankheit verläuft, zu erklären; was auch in der That geschehen ist; indem die Art, in welcher das Blut während einer Krankheit cirkulirt, nur von pathologischer Seite aufgefasst und für ein besonderes Merkmal der Krankheit gehalten wird. Allein Niemand wird sich über die Tragweite eines solchen Vorwandes einer Täuschung hingeben können, wenn er es sich gegenwärtig halten will, dass die Form der Theile die Form ihres Ganzen bestimmt. Die Krankheit als allgemeiner und abstrakter Begriff, ist in allem und jedem von ihren besondern Erscheinungen, als den konkreten Merkmalen, abhängig und zeigt nur insofern einen Typus, als die letzteren selbst einen haben. Und wenn der Kreislauf im pathologischen Zustande seinen Typus hat: wer wird ihm denselben in dem normalen absprechen können? Derselbe

könnte im pathologischen Zustande schlechterdings keinen Typus zeigen, wenn er nicht schon ursprünglich einen hätte. Im pathologischen Zustande ist der Typus des Kreislaufs freilich auch anomal; allein diese Anomalie ist es eben, welche ihn bemerkbar und zugleich begreiflich macht, wie der, von dem anomalen mit Nothwendigkeit vorausgesetzte, normale Typus der Cirkulation sich der Aufmerksamkeit so lang hat entziehen können. — Uebrigens ist die Aufmerksamkeit schon nahe daran, sich dieses Gegenstandes zu bemächtigen; und sie wird ihn ganz erfasst haben, so bald sie wird den Uebergang gemacht haben von dem Besondern zu dem Allgemeinen. Das Besondere in diesem Betreff ist der Typus der örtlichen Cirkulation im Gegensatze zu der allgemeinen. Die Physiologen kennen den örtlichen Typus schon unter dem Namen des Blutdrucks, von welchem sie behaupten, dass er zu verschiedenen Zeiten und in den verschiedenen Blutgefäßen auch ein verschiedener ist; und die Pathologen wissen davon sogar, dass derselbe, wenn er seine normalen Grenzen überschritten und stufenweise örtliche Hyperämie, Stase, Entzündung etc. gebildet hat, ein streng typisches Verhalten zeigt, indem die ergriffenen Theile in periodischer Wiederkehr an Schwellung und Spannung und in Folge davon auch an Schmerzhaftigkeit zu- und abnehmen; womit der örtliche Typus der Cirkulation, als periodischer Wechsel im Stande des Blutdrucks in den einzelnen Gefäßen bewiesen ist. Wird der regelmässige Wechsel, welchen der Stand des Blutdrucks in den einzelnen Gefäßen erfährt, auf das ganze System derselben übertragen, so gibt das den Begriff des allgemeinen Typus der Cirkulation, welcher in allgemein pathologischen Zuständen auch abgeändert und anomal im Fieberparoxysmus zum Vorschein kommt.

Der periodische Wechsel im Stande des Blutdrucks verleiht der Cirkulationserscheinung, durch seine regelmässige, an bestimmte Tageszeiten gebundene Wiederkehr, eine

stationäre Form, die daher ihr Typus heisst. Ihm steht der ausserordentliche, durch psychische Erregung hervorgerufene, Wechsel erläuternd zur Seite. Der letztere erstreckt sich ebenso, wie der erstere, bald auf das ganze System der Blutbahn, bald nur auf einzelne Zweige derselben; nur ist der ausserordentliche Wechsel von dem periodischen darin verschieden, dass der erstere von den beiden, einander diametral entgegenstehenden Momenten des letzteren, nämlich dem der arteriellen Ebbe und dem der arteriellen Fluth, immer nur einen, je nach Umständen entweder den ersteren oder den letzteren zum Vorschein bringt. Hieher gehören das allgemeine Erglühen vor Freude und das allgemeine Erblassen vor Trauer, als Beispiele des ausserordentlichen, auf das ganze System der Blutbahn sich erstreckenden Wechsels im Stande des Blutdrucks und zwar das erstere mit dem Momente der arteriellen Fluth und das letztere mit dem der arteriellen Ebbe. Auf einzelne Zweige der Blutbahn beschränkt, tritt dieser Wechsel auf, mit dem Momente der arteriellen Fluth in dem örtlichen Erröthen der Scham; und mit dem der arteriellen Ebbe in dem örtlichen Erblassen des Aergers. Die Verschiedenheit im Auftreten des periodischen und des ausserordentlichen Wechsels im Stande des Blutdrucks betrifft jedoch nur die Form, nicht aber auch das Wesen dieser Erscheinung. In ihrem Wesen sind sich die Erscheinungen beider nothwendig gleich; indem sie auf den nämlichen Bedingungen beruhen und mit denselben Mitteln hervorgerufen werden. Allein für die Beurtheilung der Natur des Blutkreislaufs ist der ausserordentliche Wechsel insofern wichtiger, als derselbe, zumal in seiner, auf bestimmte Räume beschränkten Erscheinung, sichtlich mit Umgehung des Centralorgans für Cirkulation, durch Nerveneinfluss allein hervorgerufen, nicht nur die Abhängigkeit des Typus der Blutbewegung von dem der Innervation ausser Zweifel stellt, sondern gradezu den, zwischen dem Blute und den Nerven nothwendig bestehenden, Anta-

gonismus als den eigentlichen Grund derselben zu erkennen gibt. Auf Grund des Antagonismus aber steht das Blut in dem Ganzen des Organismus als ebenbürtiges Glied mit den Nerven, zu den letzteren in dem Verhältnisse der Coordination, in dessen Folge auch die Cirkulation als das nothwendige Gegenstück der Innervation erscheint; woraus ersichtlich wird, dass das Blut noch eine, und wesentlich andere, Rolle den Nerven gegenüber durchzuführen hat, als nur die den Stoffwechsel vermittelnde; diejenige nämlich, in welcher es eben als der Antagonist der Nerven erscheint. Welchem besondern Umstande aber das Blut, den Nerven gegenüber, seine antagonistische Eigenschaft verdankt, kann hier noch nicht gezeigt, wohl aber im Allgemeinen schon behauptet werden, dass sich diese Eigenschaft aus der Art, in welcher die Nerven auf das Blut ihren Einfluss üben, bestimmen lassen und dieselbe mit der Bedingung, als identisch, zusammenfallen müsse, unter welcher das Blut der Eigenbewegung fähig ist.

Und damit dürfte der Nachweis geliefert sein, dass der Typus der Cirkulation die Eigenbewegung des Blutes zu seiner Vorbedingung habe und, als Erscheinung des normalen Lebens, zunächst physiologisch betrachtet werden müsse und nicht in die Pathologie zu verweisen sei, wohin er bisher verwiesen war. Und nun fragt es sich, von welcher Art der Einfluss sei, den die Nerven auf den Blutkreislauf ausüben; oder welches die Mittel sind, womit die Nerven auf den Inhalt der Blutgefäße wirken, um die Erscheinung von Fluth und Ebbe hervorzubringen. Der mittelbare Nervenfluss, oder das Mittel der Muskelwirkung, könnte hier von vornherein von der Inbetrachtung schon insofern ausgeschlossen werden, als der Beweis bereits geliefert ist, dass die Gefäße mit ihrem Centralorgane, als Erzeugnisse des Blutkreislaufs, nicht auch sein Grund sein können. Da aber der Blutkreislauf, als solcher überhaupt, mit seiner Erscheinungsweise im Besondern nicht ganz identisch ist, so

ergibt sich daraus die Nothwendigkeit zu zeigen, dass es zu den Unmöglichkeiten gehört, den Typus der Cirkulation mit mechanischen Mitteln hervorzurufen. In diesem Betreff ist zuvörderst festzuhalten, dass die Muskeln der Gefäße keine Antagonisten haben. Sie werden daher, je nach der Lagerung ihrer Fasern, das Gefäßrohr kürzen und verengern können, bis zum Verschlusse seiner Lichtung; allein sie vermögen dasselbe weder zu strecken noch zu erweitern. Streckung und Erweiterung können nur passiv zu Stande kommen, durch Andrang des Inhalts der Gefäße gegen seine Bewandung. Dieser Andrang aber muss nothwendig stärker sein, als das dadurch zu überwindende Hinderniss, und setzt daher oberhalb der zu erweiternden Stelle eine entsprechend kräftigere Zusammenziehung des Gefäßes, als nothwendig voraus; und die Gewalt der Muskelwirkung wird sich, stromaufwärts, nach jeder Verengerung des Gefäßes steigern müssen, bis sie in der Systole der Herzkammern ihren Höhepunkt erreicht und nicht wieder überboten werden kann. Welches sind nun die Mittel für Bewerkstelligung der Diastole? Und wie stimmt deren rasche Folge auf die Systole zu der Erfahrungsthatsache, dass die Gefäßmuskelfasern in ihrer Zusammenziehung in der Regel lang anhalten? Machen die Fasern des Herzmuskels von dieser Regel, nicht gar etwa darum, eine Ausnahme, weil in ihnen der Charakter der Gefäßmuskelfaser seine höchste Entwicklung gefunden hat?! — Uebrigens lässt sich von dem, auf mechanischem Wege erzielten Drucke auf das Blut nur dann ein Erfolg erwarten, wenn die Flüssigkeit am Ausweichen verhindert wird. Dieser Bedingung ist in der Blutbahn keine volle Genüge geleistet, wenngleich ein System von Klappen zu dem Zwecke besteht, den Blutlauf nur in einer Richtung zu gestatten. Das an einer Stelle der Blutbahn durch die Gefäßwand gedrückte Blut wird immer nach der einen, offenen Seite ausweichen; und die stellenweise Zusammenziehung der Gefäße wird daher nur

Stromengen und in Folge davon auch Stromschnellen bewirken; weil dann annähernd dieselbe Menge Blutes durch ein engeres Rohrstück in derselben Zeit zu streichen hat. Dadurch wird der Rhythmus der Cirkulation allerdings gestört, wie das bei Krankheiten des Herzens in Folge von Ostiostenosen und Klappen-Insufficienzen in auffallender Weise wahrzunehmen ist; niemals aber ein regelmässiger Wechsel in der Erscheinungsweise des Blutkreislaufs hervorgebracht, wie der, welcher als sein Typus hervorgehoben wurde. Um einen solchen Wechsel auf mechanischem Wege zu erzielen, müsste zwischen den Arterien und den Venen das Bestehen eines antagonistischen Verhältnisses angenommen werden. Allein eine solche Annahme hat in den bekannten anatomischen Verhältnissen der Arterien und der Venen keine Stütze; und das um so weniger, als diese Gefässe ihre Nerven nicht aus einem gemeinschaftlichen Herde beziehen, wenn auch dieselben sich zu einander antagonistisch verhalten sollten; welches letztere Verhalten ihnen in einem gewissen Sinne nicht wohl abgesprochen werden kann, schon als Organen von elektromotorischer Konstruktion, in deren Folge jedes derselben den polaren Gegensatz an sich selbst zum Ausdruck bringen muss. Ueberdiess spricht die Erfahrung entschieden gegen die Annahme eines antagonistischen Verhaltens der Arterien zu den Venen, indem unmittelbare Reize auf die Gefässe selbst oder auf deren Nerven angebracht, wohl am Orte der Reizung und im beschränkten Umfange, niemals aber eine, über das ganze Gebiet des betroffenen Gefässes ausgedehnte Wirkung hervorbringen. Und so kann auf Grund der voranstehenden That-sachenbetrachtung, ohne Besorgniss eines begründeten Widerspruches, behauptet werden, dass sich in der Regel nicht so sehr der Inhalt des Blutgefässes diesem letzteren, als vielmehr dieses selbst seinem Inhalte anbequeme; und dass der mittelbare Einfluss der Nerven auf den Blutkreislauf immerhin den Rhythmus desselben stören, aber nichts weni-

ger begründen könne, als den Typus. Demnach kann der Einfluss der Nerven auf das Blut kein anderer, als nur ein unmittelbarer sein. Nichts destoweniger setzt der letztere doch auch auf Seiten des Blutes eine bestimmte Handhabe voraus, an welcher es erfassbar sei. An einer solchen fehlt es dem Blute in der That nicht, wenn sie auch noch nicht dafür erkannt und bekannt ist; allein dieselbe wird sich als solche ohne Zweifel seiner Zeit schon zu erkennen geben, sobald die Eigenschaft der Nerven, polar in die Ferne zu wirken, die ihr gebührende Würdigung wird gefunden haben.

IX. Die Mittel für die Eigenbewegung des Blutes.

Nachdem die Eigenbewegung des Blutes ebenso als Thatsache der Erfahrung, wie auch als Vorbedingung anderer Thatsachen in dem Voranstehenden erkannt und nachgewiesen wurde, erübrigt nur noch diejenigen Mittel des Blutes hervorzusuchen, welche, als die nothwendige Bedingung seiner Eigenbewegung, für die Nerven die Handhabe abgeben, an welcher sie das Blut in cirkulirende Bewegung setzen. Schon die Art und Weise, in welcher das Blut strömt, so weit der Blutstrom unter dem Mikroskope der unmittelbaren Beobachtung zugänglich ist, legt den Gedanken sehr nahe, dass hier polare Kräfte im Spiele sein mögen. Die Richtigkeit dieser Vermuthung wird durch das Verhalten der Blütkörperchen ausserhalb ihrer Gefässe ausser Zweifel gestellt. Diese verbinden sich, nämlich auf dem Objektträger des Mikroskops, mit einander zu münzenrollenähnlichen Säulchen, deren Enden sich wieder sehr häufig an einander schliessen; wodurch Figuren des geschlossenen

Raumes von mehr oder minder runder oder auch polygoner Form zum Vorschein kommen. Nach kürzerem oder längerem, immerhin aber minutenlangem, Bestande dieser charakteristischen Gruppierungsform fallen die Blutkörperchen wieder auseinander, ohne je wieder dieses Phänomen zu wiederholen. Zur Darstellung derselben sind übrigens nur die vollkommenen Blutkörperchen befähigt; und sie büssen das Vermögen dazu in dem Maasse ein, in welchem sie ihres Farbstoffes verlustig werden. Blutkörperchen, die vorher in ihrer Form und in Folge davon auch in ihrer mechanischen Zusammensetzung durch chemische Agentien eine Veränderung erlitten haben, bringen diese Erscheinung niemals hervor.

Wenn nun irgendwo in der organischen Natur das Spiel freier polarer Kräfte deutlich zu Tage tritt, so geschieht es am auffallendsten und vollkommensten in dem besprochenen Falle, und nirgends wieder. Und es befremdet in der That, dass dieser charakteristische, nur auf Grund polarer Anziehung und Abstossung mögliche, Vorgang so lang in seiner wahren Bedeutung hat verkannt und auf Rechnung der Schwere der Blutkörperchen und der Klebrigkeit der interstitiellen Flüssigkeit gesetzt werden können. — Durch dieses ihr Verhalten kommen die Blutkörperchen mit galvanischen Plattenpaaren in eine Analogie zu stehen; oder sie sind vielmehr dem Wesen nach mit denselben identisch. Sie sind in polarer Spannung befindliche Elemente einer galvanischen Kette in organischer Form und sind es offenbar nur vermöge der mechanischen Anordnung ihrer chemisch verschiedenen Bestandtheile, nämlich des Globulins und des Haematins, welche zu einander nothwendig im polaren Gegensatze stehen und daher gesonderte, über einander gelagerte Schichten bilden müssen, von welchen der einen die Rolle des elektropositiven Zinkes und der andern die des elektronegativen Kupfers zugewiesen ist. Dieselbe Bewandtniss hat es nicht nur mit dem Vogelei,

womit die Blutkörperchen ahnungsvoll schon lang vorher verglichen wurden, sondern auch mit dem Erdball und der dazu gehörigen Atmosphäre. Vogelei und Erdball sind, in formellem Betrachte, nicht nur analoge, sondern im Principe ganz identische Dinge; denn beide bestehen aus einem Kerne und aus dessen Hülle; und Hülle und Kern haben nicht nur eine verschiedene Aggregationsform, sondern auch eine chemisch verschiedene Elementarzusammensetzung, und in Folge davon auch die Qualifikation, zu einander in polaren Gegensatz zu treten. Und mit dieser ihrer Ausstattung genügen sie einer doppelten Bestimmung in Betreff der, zwischen Hülle und Kern eingebetteten, Keime künftiger Organismen: der einen nämlich formell, indem sie vermöge ihres Gegensatzes einen gleichen Grad einer specifischen Erregung unterhalten, wodurch der Entwicklungsprocess in dem Keime geweckt und begünstigt wird; und der andern materiell, indem sie aus ihrer Masse dem werdenden Organismus den erforderlichen Bildungstoff liefern.

Vermöge ihrer polaren Spannung üben die Blutkörperchen, wie aus der Erfahrung nachgewiesen ist, Attraction und Repulsion auf einander aus; und diese attractive und repulsive Bewegung dieser Körperchen muss sich in einer Flüssigkeit, die deren in einigen Pfunden nach Billionen zählt, zumal unter dem nachgewiesenen und in noch näheren Betracht zu nehmenden, unmittelbaren Einflusse der Nerven nothwendig zu einer propulsiven summiren. Mag auch die hieraus sich ergebende Summe der polaren Propulsivkraft, im Verhältnisse zu der mechanischen Triebkraft des Herzens, nur eine sehr geringe sein, so genügt sie doch immerhin, in den Nerven die antagonistische, polare Spannung zu wecken und auf denjenigen Grad zu bringen, welcher erforderlich ist, um den muskulären Mechanismus für den Blutkreislauf in Betrieb zu setzen; wobei die, in den beiden Momenten des Herzschlages, nämlich dem der Systole und dem der Diastole unverkennbaren beiden Momente der po-

laren Anziehung und Abstossung ihre Vertretung erhalten haben. — Als augenscheinlicher sowohl, wie auch, als durch die Verhältnisse mit Nothwendigkeit geforderter Antagonist der Nerven, ist das Blut ein Organ von keiner geringeren Bedeutung, als die Nerven selbst. Es vereinigt in sich alle die, einem Organe wesentlichen, Charaktere, nämlich die relative Selbständigkeit, einen, von allen übrigen Organen verschiedenen, Bau und eine specifische Funktion im Organismus. Seine Organfunktion ist eben der Umlauf, wozu es die Bedingung nichts destoweniger doch auch, mit gleicher Nothwendigkeit, wie alle übrigen Organe, in sich selbst tragen muss; wenngleich es bei dieser seiner Funktion nicht minder, wie die übrigen Organe zu der ihrigen, anderweiter Unterstützung bedarf. Und darauf hin würde das Blut gerechten Anlass haben, vor dem Forum der Wissenschaft gegen diejenigen Beschwerde zu erheben, welche in seltsamer Verwechslung der zufälligen Hülle mit deren wesentlichem Inhalte, nämlich des Gefässes mit dem Blute, die Berechtigung des letzteren, unter den systemisirten Organen selbst ein systemisirtes Organ zu sein, noch fernerhin verkennen und dasselbe lediglich für eine indifferente, träge Masse halten wollten; eben nur für gut genug, den übrigen Organen und Systemen als Futter zu dienen.

X. Der Einfluss der Nerven auf die Cirkulation des Blutes.

Mit dem Nachweise des polaren Verhaltens des Blutkörperchens ist die, für den unmittelbaren Einfluss der Nerven auf das Blut überhaupt und seinen Lauf insbesondere erforderliche Handhabe selbst schon als gefunden und vorhanden dargethan; und es erübrigt nur noch nachzusehen, wie sich die Nerven dieser Handhabe zu bedienen verstehen. — Unter dem Mikroskope betrachtet, schweben die gefärbten Blutkörperchen in der farblosen Flüssigkeit innerhalb der Gefässe in ganz gleichen Abständen von einander, als wären sie von einer unsichtbaren Hand gehalten, die sie verhindert, ihren relativen Standort in dem Systeme zu verändern. Diese Erscheinung kann, nach den Ergebnissen der bisherigen Erhebungen nicht mehr überraschen. Es ist das die nothwendige Folge der elektrischen Atmosphäre, wodurch sich die Blutkörperchen wieder als die Elemente einer galvanischen Kette legitimiren und in der Grösse ihres Abstandes den Maassstab geben für die Intensität ihrer polaren Spannung. Dass sie aber in respektvoller Ferne von der Wand des Blutgefässes, in der Längenaxe desselben, dahinschweben und jedem Hinderniss, namentlich den Vorsprüngen an den Theilungsstellen der Gefässe, durch ein rechtzeitiges Auseinandergehen sicher auszuweichen wissen, während die farblosen Körperchen jeder Art nur an der Wand der Gefässe, von der Stromschnelle sichtlich nur passiv fortgeschwemmt, zuweilen haften bleiben, sich für einen Augenblick anhäufen, dann wieder von einander trennen und weiter geschwemmt werden —, das setzt für die Blutkörperchen nothwendig, nicht nur eine isolirende, sondern auch eine abstossende Gefässwand voraus. Diesen Verhältnissen des Blutstromes, nämlich dem gleichen Abstände der Blutkörperchen von einander in demselben, so wie ihrem

freiwilligen Auseinandergehen bei der Theilung der Gefässe, ohne an die Vorsprünge der Gefässwand anzuschlagen, wird nicht die schuldige Rechnung getragen. Daran aber trägt nur das alte Vorurtheil die Schuld, als sei das Blut eine träge, lediglich passiv bewegte, und eben darum dem Gesetze der Hydraulik unterworfenene, Masse; insofern es gehindert hat, die Erscheinung des Blutstromes klar anzuschauen und seine Verhältnisse richtig aufzufassen. Nach dem hydraulischen Gesetze nimmt die Geschwindigkeit der besonderen Stromfäden auf dem Querschnitt eines cylindrischen Gefässes vom Umfange gegen den Mittelpunkt desselben in einem bestimmten, wenngleich ziffermässig noch nicht bestimmbar, Verhältniss zu. Die nämliche Bewandtniss soll es mit den besondern Stromfäden auf dem Querschnitt der Blutgefässe, in Betreff ihrer Geschwindigkeiten, haben und es einerseits der grössten Geschwindigkeit des centralen Stromfadens, andererseits der eigenthümlichen Form der Blutkörperchen und der Richtung ihres Schwerpunktes nach der Stromaxe, zuzuschreiben sein, dass diese Körperchen ihren Lauf in der Längenaxe des Gefässes nehmen. — Mit dem Gesetze der Hydraulik hat es allerdings seine vollkommene Richtigkeit; aber nicht auch ebenso mit seiner Anwendung auf die Verhältnisse des Blutstromes. Alle besondern Stromfäden auf dem Querschnitte des Blutgefässes, inwiefern sie so gedacht werden, als sie gedacht werden müssen, nämlich als besondere Reihen von Blutkörperchen, haben die gleiche Geschwindigkeit d. h. alle auf dem Querschnitt des Blutgefässes befindlichen Blutkörperchen bewegen sich mit ganz gleicher Geschwindigkeit vorwärts und unter Beibehaltung ihrer gegenseitigen Stellung. Das lehrt, mit Hilfe des Mikroskops, die sinnliche Anschauung. Warum es so sein müsse und nicht anders sein könne, dafür sind die Gründe zum Theil schon bekannt gegeben; zum Theil werden sie in der nächsten Folge noch ersichtlich werden. Von dieser allgemeinen Regel, die gegenseitige

Stellung beizubehalten, machen die Blutkörperchen nur an jenen Stellen der Blutbahn eine Ausnahme, wo die polare Triebkraft durch die mechanische überboten wird, wie z. B. auf der Strecke durch das Herz und eingangs der Aorta; indem sie dort, durch den systolischen Druck des Herzens, durcheinander geworfen werden. — Dem entgegenstehende Beobachtungen betreffen entweder die zufälligen, oder doch nur als zufällig zu denkenden, Bestandtheile des Blutstromes allein wie z. B. die Lymphkörperchen und die Faserstoffschollen, von welchen es bekannt ist, dass sie in dem Strome immer nur seitlich treiben, von der Gewalt desselben fortgerissen, ohne sich an demselben aktiv zu betheiligen; oder sie beruhen auf optischer Täuschung, zu welcher die, auf das oben schon erwähnte Vorurtheil gegründete, Voraussetzung, dass sich der Blutstrom in seinen Gefässen in allem und jedem genau so verhalten müsse, wie der in den Röhren einer Wasserleitung, das Meiste mag beigetragen haben. Eben darum wird jeder, wenn gleich mit noch so viel Scharfsinn unternommene Versuch, die Erscheinungen in dem Blutstrome aus dem Gesetze der Hydraulik zu erklären, scheitern müssen. Denn gesetzt auch, der centrale Faden des Blutstromes habe in der That die relativ grösste Geschwindigkeit: welche Wirkung wird dieselbe auf das specifisch schwerere Blutkörperchen haben müssen? Dadurch wird dasselbe, wenn es lediglich ein träger, d. h. polar indifferenter Körper ist, jedesmal auf die Seite geschleudert, so oft es zufällig in die Mitte hinein geräth; wie das den, gleichfalls specifisch schweren, aber polar indifferenten, Lymphkörperchen und Faserstoffschollen wirklich geschieht. Auf diese Folge macht schon der gleichmässige Schlammbeleg in Wasserleitungsröhren, durch welche ein trübes Wasser floss, als auf eine unausbleibliche, aufmerksam, indem er an sich selbst das praktische Ergebniss des hydraulischen Gesetzes auf populär verständliche Weise zur Anschauung bringt. Das Blutkörperchen könnte seine Lage

in dem centralen Stromfaden, dessen superlative Schnelligkeit vorausgesetzt, nur unter der Bedingung des ganz gleichen specifischen Gewichtes, auf seiner Seite sowohl, wie auch auf der Seite der, dasselbe führenden, Flüssigkeit behaupten; welche Bedingung aber hier, wie bekannt, nicht eintritt. Aber angenommen ferner noch, dass die nothwendige Folge des Gewichtsunterschiedes in dem Blutstrome dadurch wieder aufgehoben werde, dass die Blutkörperchen vermöge ihrer eigenthümlichen Form ihren schmalen Rand dem Strome entgegenhalten und in Folge des Druckes, welchen ihre, um die Axe symmetrisch geordneten Flächen von den benachbarten Stromfäden erleiden, ihren Schwerpunkt in die Stromaxe verlegen d. h. selbst sich in die Mitte des Stromes begeben müssen — was jedoch, als unerwiesen, noch dahin steht, — so wird, alle diese Umstände zusammen genommen, der Widerspruch dadurch doch nicht aufgehoben, welcher zwischen der unerbittlichen Forderung des hydraulischen Gesetzes und der wirklichen Erscheinung des Blutstromes thatsächlich besteht. Das hydraulische Gesetz fordert, dass mit der Theilung des Stromes auch sein centraler Faden sich theile. Die Theilung geschieht dadurch, dass der Stromfaden an den Gegenstand, der die Theilung bewirkt, anprallt. Durch den Anprall wird die, in dem graden Verhältnisse zu der Geschwindigkeit stehende Gewalt des Stromfadens gebrochen; und das hat zur Folge, dass seine Massen zeitweilig in ihrem Laufe aufgehalten werden und sich häufen. In Analogie damit, müssten die Blutkörperchen an den Theilungsstellen der Gefässe anprallen, sich daselbst häufen und in Folge davon den Strom stauen. Aber von allem dem ist in dem Blutstrome nicht das Mindeste wahrzunehmen. Die Blutkörperchen gehen ruhig auseinander und weichen den, bei der Theilung der Gefässe sich bildenden, Wandvorsprüngen, an welchen sich die Gewalt des centralen Stromfadens zu brechen hätte, so zu sagen, schon beizeiten aus. Und diese Thatsache, dass

die Blutkörperchen bei der Theilung des Blutstromes an die Vorsprünge der Gefässwände nicht anschlagen, ist für sich allein schon ein unwiderleglicher Zeuge zunächst dafür, dass der Schwerpunkt des Blutkörperchens nicht mit der Stromaxe zusammenfällt, weil es widrigenfalles unvermeidlich mitbranden müsste, so oft sein Stromfaden brandet; und in weiterer Folge dafür, dass es nicht die Flüssigkeit ist, welche dem Laufe der Blutkörperchen die Richtung gibt, sondern umgekehrt, dass es die Blutkörperchen sind, welche die Flüssigkeit, gleichsam als ihre Atmosphäre, mit sich führen; in noch weiterer Folge dafür, dass hier in Bezug auf Geschwindigkeit der besonderen Stromfäden gar kein Unterschied Statt hat; und endlich dafür, dass das hydraulische Gesetz auf den Blutstrom gar keine Anwendung findet, und dass daher auch das Blutkörperchen, in seinen natürlichen Verhältnissen innerhalb der Gefässe, nothwendig einem andern Gesetze gehorcht, als dem der Schwere.

Thatsachen, wie der gleiche Abstand der Blutkörperchen von einander, ihre Haltung in der Längenaxe des Gefässes während der Strömung, ihr Ausweichen an den Theilungsstellen der Gefässe u. dgl. erheischen Anerkennung und Berücksichtigung; und es muss auf dieselben dasjenige unter den Naturgesetzen angewendet werden, welches darauf passt; nicht aber dasjenige, mit welchem der Beobachter und Beurtheiler nach dem Herkommen und aus alter Gewohnheit am meisten vertraut geworden ist. Indess schickt sich die Neuzeit in dem, auch der Physiologie schon immer stärker herandämmernden, Lichte an, diesen Thatsachen endlich gerecht zu werden. Sie räumt nämlich den Blutkörperchen eine natürliche Anziehung auf einander an; lässt es aber leider schon dabei bewenden, ohne sich um die nothwendigen Vorbedingungen und die gleichen Folgen dieser Anziehung noch weiter zu bekümmern; obwohl das Interesse der Wissenschaft es forderte, dass diese Anziehungserscheinung einer gründlichen Untersuchung unterzogen

werde; insofern das voraussichtliche Ergebniss derselben in das Dunkel der organischen Prozesse einiges Licht zu bringen versprach, das nur allein die Möglichkeit bieten kann, in der scheinbar todten Materie die ersten Spuren des Lebens aufzufinden.

Die in polarer Differenz befindlichen Blutkörperchen fordern für ihren Behälter eine Wand, die nicht allein zu isoliren, sondern auch abzustossen vermag; widrigenfalls würde eine polar indifferente Wand die Adhäsion der Blutkörperchen an derselben zur unausbleiblichen Folge haben und den Kreislauf unmöglich machen; denn die Blutkörperchen können, ohne die Bedingung der gleichnamigen Polarität ihrer Gefässwand, als gleichnamig polare Körper doch nur Ihresgleichen, nicht aber auch sich selbst von der Gefässwand abstossen. Die polare Gleichnamigkeit der Gefässwand mit ihrem Inhalte ist daher eine, durch die Verhältnisse der Cirkulationserscheinung empirisch verbürgte Thatsache. Und es fragt sich nun um den Grund, welcher die Blutgefässe, ihrem Inhalte gegenüber, zur Isolirung und Abstossung befähigt. Die isolirende Eigenschaft kommt den Gefässen jedenfalls und unzweifelhaft auf Grund ihrer eigenthümlichen Gewebsverhältnisse, namentlich der innersten Schichte der Gefässhaut der s. g. *Tunica vitrea* schon ursprünglich zu; da in pathologischen Zuständen, in der s. g. Hyperämie und Entzündung, bei niedergehaltener oder auch gänzlich aufgehobener polarer Abstossung, die Isolirung nichtsdestoweniger doch fortbesteht. Allein die abstossende Eigenschaft ist ausschliesslich die Wirkung der Gefässnerven; wie das aus den Ergebnissen der von Claude Bernard Prof. am Collège de France angestellten Versuchen zweifellos hervorgeht. In Folge dieser Versuche entstehen in denjenigen Theilen, welche mit Gefässen versehen sind, deren Nerven vom Stamme des N. sympathicus abgeschnitten wurden, Schwellung, Röthung und Erhöhung der Temperatur. Es sind das die Merkmale, wodurch sich ein un-

gewöhnlicher Blutandrang, oder vielmehr Häufung des Blutes, zu erkennen gibt. Wird der, mit den Gefässen zusammenhängende, Nervenstumpf galvanisch gereizt, so werden diese Erscheinungen nicht nur zum Verschwinden gebracht, sondern es stellt sich auch ein, dem vorigen ganz entgegengesetzter, Zustand ein: die Hyperämie wird zur Anämie mit Temperaturerniedrigung. — Daraus folgt nun freilich etwas ganz Anderes und auch mehr als das, was Claude Bernard selber gefolgert hat. Derselbe hat diese Zustände und Erscheinungen auf einen vasomotorischen Einfluss der Nerven bezogen und die Hyperämie mit Paralyse und die Anämie mit Spasmus der Gefässe in ursächlichen Zusammenhang gebracht. Dagegen aber ist zu erinnern, dass der hier angenommene vasomotorische Nerveneinfluss nicht nur eine bereits nachgewiesen unhaltbare, sondern auch eine unnütze Hypothese ist. Bidder und nach ihm E. H. Weber haben nämlich nachgewiesen, dass die capillären Gefässe, auf welche sich der Sitz der Hyperämie und Stase zunächst erstreckt, in Folge gänzlichen Mangels an Contractilität, weder eines Spasmus noch einer Paralyse fähig sind. Ausserdem ist hier noch zu bemerken, was eben die Hauptsache ist, nämlich, dass in dem Falle dieses Versuches eine örtliche Störung, nicht des Rhythmus, sondern des Typus der Cirkulation vorliegt; und es kann daher aus den Ergebnissen desselben, der Thatsache gegenüber, dass die Nerven den Zustand ihrer polaren Erregung — ihren Electrotonus —, vermöge dessen sie in die Ferne wirken, nur so lange auf der erforderlichen Höhe erhalten können, als die Summe aller ihrer elektromotorischen Elemente in einem organischen Ganzen ununterbrochen zusammenhängt, richtigerweise nur gefolgert werden, dass die Gefässnerven, in Folge der Trennung ihres Zusammenhanges in dem graden Verhältnisse zu ihrem Verluste an elektromotorischen Elementen, an Stärke der Polspannung eingebüsst haben und dadurch ausser Stand gesetzt worden sind, dem in der nor-

malen Stärke der Spannung verbliebenen Blute das polare Gegengewicht zu halten. Die kontrollirende Gegenprobe zu dieser, den Verhältnissen ganz gerechten, Auffassung des Versuchsergebnisses liefern die, nun über Galvanisirung des Nervenstumpfes eingetretenen, mit den vorigen ganz kontrastirenden, Erscheinungen. Durch die Galvanisirung nämlich erhielt der Nervenstumpf nicht nur zurück, was der Nerv vor der Trennung seines Zusammenhanges an Polstärke besessen hatte, sondern auch darüber noch einen elektotonischen Zuwachs, welcher ihm über die vorhandene Polstärke des Blutes das Uebergewicht verlieh; in dessen Folge die bestandene Hyperämie in Anämie überging: das Blut wurde durch das Uebergewicht des gleichnamigen Nervenpoles über den gleichnamigen Pol des Blutes buchstäblich verflüchtigt. — Die Ergebnisse des Bernard'schen Versuches, die wohl auch auf weniger grausamem Wege, durch die blosse Applikation der entsprechenden Elektrhoden an zugänglichen Blutgefässen zu erlangen sind, beweisen nicht nur den Bestand gleichnamig polarer Zustände zwischen den Nerven und dem Blute unwiderleglich, sondern sie führen auch zu der Wahrnehmung des, insbesondere für den Pathologen wichtigen Gesetzes einer ursprünglichen Proportion der Polspannungsgrössen zwischen dem Blute und den Nerven; welche Spannungsgrössen erfahrungsgemäss nur innerhalb sehr enger Grenzen in dem graden Verhältnisse parallel neben einander laufen und über diese Grenze hinaus sich in das umgekehrte Verhältniss zu einander stellen. Dieses auf der Gleichnamigkeit der Pole beruhende Gegenseitigkeitsverhältniss zwischen dem Blute und den Nerven ist nothwendig ein antagonistisches, und der eigentliche Grund des Kreislaufs; welcher letztere sofort gestört wird, oder auch gänzlich aufhört, wenn dieses Verhältniss eine Aenderung erleidet, oder auch gänzlich aufgehoben wird. Diesem Verhältnisse verdankt das Blut auch die Leichtigkeit, womit sich sein Umlauf im Organismus bewerkstelligt;

indem es dadurch, mindestens in Betreff seiner gefärbten Körperchen dem hemmenden Einflusse der Schwere entzogen ist. Die Astronomen z. B. wissen schon lang, warum die Weltkörper nicht aus dem Raume fallen, und nennen das Gesetz, nach welchem sich diese Körper in der Schweben erhalten und beständig kreisen müssen, das Gravitationsgesetz. Aber auch den Physiologen liegt die Ahnung eines mit dem Gravitationsgesetze im Principe identischen Cirkulationsgesetzes, das mit jenem ganz analoge Folgen hat, nicht mehr gar so fern; da sich in den darauf bezüglichen literarischen Auslassungen derselben schon zahlreiche Stellen finden, deren Gedankeninhalt um den Schwerpunkt der Blutkörperchen- und Blutstrom-Polarität etc. etc. in immer enger werdenden Kreisen gravitirt, so dass der Augenblick auf keinen Fall mehr lang hätte ausbleiben können, in welchem es dem Einen oder dem Andern eingefallen wäre, dass es denn doch seine besondern Gründe haben müsse, warum die Blutkörperchen, die doch ausserhalb des Kreislaufs so gern zusammenstossen, um Reihen zu bilden, innerhalb desselben weit entfernt ein Gleiches zu thun, sich vielmehr in gleichen Abständen von einander halten. Und diese Verschiedenheit des Verhaltens der Blutkörperchen innerhalb und ausserhalb des Kreislaufs würde, einmal aufgefasst, endlich folgerichtig doch zu der Erkenntniss geführt haben:

- 1) dass die Blutkörperchen polar differenzirt sind,
- 2) dass sie ausserhalb des Kreislaufs einander die ungleichnamigen Pole zukehren und sich eben desshalb anziehen,
- 3) aber, dass sie innerhalb des Kreislaufs gezwungen sind, einander die gleichnamigen Pole zuzukehren und sich eben desshalb abzustossen; und
- 4) dass der Grund dieses Zwanges nur in der Gefässwand und dem, was noch daran klebt, nämlich den Nerven, zu suchen sein könne.

Einigermassen überraschend bleibt es aber doch, dass der Abgang der Blutgefässvarices, als einer normalen Erscheinung, noch Niemand aufgefallen ist, da doch damit Jedermann in einem weit grösseren Umfange, als ihm lieb wäre, behaftet sein müsste, wenn der Kreislauf des Blutes nach hydrostatischen und hydraulischen Gesetzen geordnet und nicht das Ergebniss polar dynamischer Verhältnisse zwischen dem Blute und den Nerven wäre.

XI. Die Elementarform der Blutbahn.

Die schon bekannte und auch anerkannte Selbständigkeit der besondern Blutströme, wozu in den örtlichen Störungen des Kreislaufs, mögen sich diese letzteren als Hyperämie und Stase oder als das Gegentheil davon darstellen, die Beispiele, als eben so viele Belege dafür, vorliegen und wofür die Bezeichnung: Unabhängigkeit des örtlichen Typus der Cirkulation von dem allgemeinen, die richtigste sein dürfte, fordert dringend auf, die anatomisch gegebene Form des Kreislaufsapparates etwas schärfer, als es bisher geschah, in das Auge zu fassen. Denn das Blut reclamirt auf Grund dieses und anderer, ihm eigenthümlicher, Verhältnisse das ihm angestammte Recht, unter den Organen auch für ein Organ zu gelten; und es dürfte fernerhin nicht leicht Jemand noch Anstand nehmen, es ihm auch gelten zu lassen. Allein da es, unbeschadet seiner Selbständigkeit als Organ von flüssiger Bestandform, mit allen übrigen Organen nothwendig das gleiche Schicksal theilt, dass es sich, als Theil im Dienste seines Ganzen, diesem letzteren unterordnen und in Folge davon auch seine Form der Form des Ganzen anbequemen muss, so ist schon von Vornhinein mehr als wahr-

scheinlich, dass der ursprüngliche Formcharakter des Blutorgans, durch dessen Aufgehen im Organismus, fast bis zur Unkenntlichkeit verwischt sein werde. Und so ist es auch in der That; es zeigt sich das sogleich an der Verknüpfung mit einander unvereinbarer Begriffe, nämlich des der Bewegung mit dem der Ruhe; oder was auf das nämliche hinausläuft, des der Peripherie mit dem des Centrums. Zu der anatomisch gegebenen Form des Kreislaufs nämlich gehört das Herz als dessen Centrum. Nach den mathematisch physikalischen Gesetzen aber ist der Kreislauf mit einem Centrum nur als ein Gravitiren um einen gemeinschaftlichen, in dem Centrum gelegenen, Schwerpunkt denkbar, wie z. B. das der Planeten um ihre Sonnen; und es muss entweder dieser gesetzlichen Forderung eines gemeinschaftlichen, im Centrum gelegenen, Schwerpunktes volle Genüge geleistet sein, oder es gibt, ohne diese Bedingung, keinen Kreislauf. Ein Drittes ist nicht denkbar. Diesem streng wissenschaftlichen Begriffe vom Kreislauf gegenüber, stellt sich der Blutkreislauf mit seinem obligaten Centrum, dem Herzen, d. i. eine, in dem Umfange eines Kreises, aus dessen Centrum durch mechanische Impulse unterhaltene, Körperbewegung, als eine handgreifliche Ungereimtheit dar. Allein diese Ungereimtheit liegt nicht in der Natur der Sache; denn die Natur hat, bei der Einrichtung des Blutkreislaufs in dem thierischen Organismus, von den Forderungen ihrer unerbittlichen Gesetze nichts weniger als Umgang genommen, sondern im Gegentheile, sie hat denselben vollkommen Genüge geleistet, indem sie das, durch polare Anziehung und Abstossung ausgezeichnete Gravitationscentrum durch das identische Princip der Nerven ersetzte und damit, zwar nicht zum Gravitiren, aber doch zu dem, diesem ganz analogen, Cirkuliren des Blutes den Grund legte. Die Ungereimtheit liegt daher nur in der empirischen Anschauung der Kreislauferscheinung, womit sich die Wissenschaft schon begnügte, ohne dieselbe, wie es ihre Pflicht war, wofern sie

exakt sein, und die Erscheinungen aus Naturgesetzen begreifen will, in ihre einzelnen Momente zerlegt und die letzteren auf ihre Gründe zurückgeführt zu haben.

Ein Blick auf das Raumverhältniss zwischen Peripherie und deren Centrum überzeugt sogleich, dass eine Bewegung vom Centrum aus nur in der Richtung seiner Radian, also nur in grader Linie hin und allenfalls auch ebenso zurück, möglich ist. — Würden auch die Radian, der anatomisch gegebenen Form des Blutkreislaufs zulieb, nach einiger Entfernung vom Centrum umbiegen und zu ihrem Ursprung zurückkehren, so würden sie doch nur wieder Kreise beschreiben, deren jedem sein besonderes Centrum zukommt; und das ursprüngliche Centrum würde nur noch, als gemeinschaftlicher Berührungspunkt, in die Peripherie dieser Kreise gerückt sein. In Analogie damit würden aus dem Herzen, dasselbe als das Centrum des Blutkreislaufs gedacht, so viel besondere, von einander unabhängige Kreisläufe entspringen, als nur Radian aus einem Centrum denkbar sind; und das Herz würde nur insofern, als es für die Bahnen dieser besondern Kreisläufe den gemeinschaftlichen Durchgangspunkt abgäbe, die letzteren in einem Punkte mit einander verknüpfen und als deren Hauptknoten nur noch den Werth eines relativen Centrums behaupten. Und in der That steht das Herz zu den übrigen Theilen des Blutbahnsystems in keinem andern Verhältnisse, als dem eines gemeinschaftlichen Verknüpfungspunktes. Wäre es möglich den Kreislaufsapparat aus dem Organismus unverletzt heraus zu heben, so würde der Augenschein selbst für die Richtigkeit dieser Auffassung eintreten.

Den thatsächlichen Verhältnissen ganz gerecht, lässt sich das ursprüngliche Schema des Kreislaufs, durch Analyse des anatomisch gegebenen, auch herausbringen. Das Herz zerfällt durch einen gedachten Längenschnitt in symmetrische Hälften; wovon die eine zwischen die, in einen Stamm vereint gedachten Hohlvenen und die Lungenarterie;

und die andere zwischen die, gleichfalls in einen Stamm vereint gedachten Lungenvenen und die Aorta, als Verbindungsstück eintritt. Die Blutgefäße nach der Charaktergleichheit ihres Inhalts in der Vorstellung mit einander zu einem Ganzen zu verbinden, ist theoretisch um so mehr geboten, als die Natur selbst diese Verbindung in den Vorhöfen des Herzens in Ausführung gebracht hat. Die Lungenarterie ist in der That nichts anderes, als die Fortsetzung des rechten Vorhofes; so wie die Lungenvenen auch nichts anderes sind, als der in vier oder fünf Röhren gespaltene linke Vorhof, welcher sich in die Aorta fortsetzt. Dass die Fortsetzung durch Hohlmuskeln geschieht und der Blutstrom darin seine Katarakten hat: was ändert das an dem Charakter des Blutes und an dem seines Stromes? Die rechte Herzhälfte fasst den einen, noch ungetheilten Blutstrom auf seiner venellen, die linke aber auf seiner arteriellen Seite; und es stellt die erstere den Stamm der Venen und die letztere den der Arterien dar. Beide Stämme gehen, sowohl stromaufwärts, als auch stromabwärts durch Theilung in kapilläre Gefäße über, welche eben so, wie jene einander diametral entgegenstehen: und indem sie, wie schon an einem andern Orte nachgewiesen wurde, polare Gegensätze bilden, auch auf den mathematisch-physikalischen Ausdruck von positiv (+) und negativ (—) zurückgeführt werden müssen. Diese Art, den Gegenstand aufzufassen, gewährt die möglichst klarste Uebersicht desselben und verschafft Einsicht in seine Verhältnisse; was den, in der Wissenschaft nicht immer nach Gebühr gewürdigten, Vortheil der strengsten Consequenz in den Begriffen und der logischen Korrektheit in der sprachlichen Bezeichnung derselben zur Folge hat; während die seitherige Anschauungsweise mit ihrem obligaten Centrum des Kreislaufs die Vorstellung von dem einen und ungetheilten Kreislauf durch die Annahme eines grossen und eines kleinen nur unnöthigerweise trübt; abgesehen von den unvermeidlichen Wider-

sprüchen in der Prädikatbestimmung, die darin bestehen, dass z. B. ein, thatsächlich in das Gebiet der Venen gehöriges, Blutgefäss als Arterie benannt und ungeachtet dessen sein Inhalt doch als ein veneller prädicirt wird; und dass dessgleichen wieder andere, dem Arteriengebiete sich anschliessende Blutgefässe als Venen mit arteriellem Inhalte bezeichnet werden; ferner noch von der Unmöglichkeit abgesehen, die kapillären Gefässe nach ihrem physiologischen Werthe, ohne widersinnige Umschreibungen, kurz und bündig bezeichnen zu können. So fehlt z. B. zu den jetzt noch s. g. peripherischen Kapillargefässen der centrale Gegensatz. Dieselben werden paraphrastisch auch Kapillargefässe des grossen Kreislaufs genannt, als gäbe es in der That auch einen kleinen. Und soll der Gegensatz zu den s. g. peripherischen Kapillargefässen etwa durch die, der Lungen, angedeutet werden, so ist das wieder in sofern unzulässig, als es unter den Kapillargefässen der Lungen welche gibt, die dem grossen Kreislauf angehören und mit jenen in der Nomenclatur nicht vermengt werden dürfen. — Eben so unrichtig ist die Bezeichnung der kapillären Gefässe nach dem grossen und dem kleinen Kreislauf, insofern es dem bisherigen zufolge kein Hinderniss gibt, neben diesen beiden, auch noch einen dritten, kleinern Kreislauf mit den dazu gehörigen Kapillargefässen zu unterscheiden, nämlich den, durch die Kranzgefässe des Herzens.

Wird das Herz gespalten und jede Herzhälfte, als cylinderförmige Umfassung des ganzen Blutstromes ihrerseits stromentlang, ohne alle Verzweigung, so weit fortgesetzt, bis die beiderseitigen Gefässcylinder, zur Bildung eines ununterbrochenen Ganzen, auf einanderstossen, so gibt das ein Schema des allgemeinen, noch ungetheilten, Kreislaufs in der Form einer Ellipse, welche kein Centrum hat; wogegen aber die grossen und die kleinen Kurven mit deren Brennpunkten, als ihre + und — Momente festgehalten werden müssen. Nach diesem Schema entsprechen die kleinen Kur-

ven den einander diametral entgegengesetzten Kapillargefässen; und ihre Brennpunkte den Polen des Blutes; die grossen Kurven aber den, den Blutstrom auf seiner arteriellen und auf seiner venellen Seite fassenden Hauptstämmen der Gefässe, welchen letzteren immerhin, entsprechend den Brennpunkten der grossen Kurven, mechanische Hebel für die Blutbewegung eingefügt sein können. Auf diese Weise entfällt das Herz als Central-Organ der Cirkulation.

In Fortsetzung der Analyse, auch auf die Gefässhauptstämme, lösen sich die letzteren in Gefässchen von kapillärem Werthe auf, deren jedes dann eine eigene Ellipse beschreibt; und dann stellt das Schema, statt des einen, noch als ungetheilt gedachten Kreislaufs eine ihm entsprechende Zahl primitiver, von einander unabhängiger Kreislaufsbahnen dar, deren Inhalt um so weniger eines mechanischen Hebels bedarf, um in Gang gebracht und darin erhalten zu werden, als die polare, die des centralen Schwerpunktes ersetzende, Wirkung der Nerven allein schon hinreicht, die einzeln hinter einander folgenden, in polarer Spannung befindlichen, Blutkörperchen in gravitirende Bewegung zu versetzen.

Und so ist es die elementäre, in der primitiven Gefässellipse sich darstellende Form der allgemeinen Blutbahn, welche die Selbständigkeit der besondern Zweige derselben, einschliesslich der kapillären Gefässe, begründet und ihnen einen, von dem allgemeinen unabhängigen, Typus der Cirkulation sichert.

XII. Die anatomisch gegebene Form der Blutbahn ist ein System kapillärer Gefässellipsen.

Der Anatom, der es lediglich mit den schon fertigen Erzeugnissen des Lebens, nach deren Form und Beschaffenheit, zu thun hat, kann in der Beschreibung des Organismus und seiner Theile immerhin von dem Herzen ausgehen und daraus die Blutgefäße, wie aus einem Centrum entspringen lassen. Der Physiologe aber darf das nicht; denn er hat es mit dem Werdenden, mit dem Leben selbst zu thun und daher nicht sowohl nach dem, was das Leben geschaffen, als vielmehr nach der Art und Weise, wie es etwas geschaffen hat, zu fragen. Dieser sein Standpunkt weiset ihn an, nicht einseitig in seinen Forschungen vorzugehen, und eben darum nicht bloss die besondern Leistungen des Lebens aus den dafür vorhandenen Mitteln, sondern auch die nothwendige Beschaffenheit dieser Mittel aus der Eigenthümlichkeit ihrer Leistungen beurtheilen zu wollen. In Betreff des Kreislaufs ist es eben die Eigenthümlichkeit seiner Leistungen, welche es verbietet, die Systementwicklung der Blutgefäße mit dem Herzen, als ihrem Centrum, beginnen zu lassen. Auch die Entwicklungsgeschichte, nicht nur die, des individuellen Organismus, sondern auch die der Reihe der Thiergeschlechter nach Arten, Gattungen und Klassen, zeugt für das Gegentheil, nämlich für eine nachfolgende Entwicklung des Herzens aus ursprünglich kapillären Gefäßen. In der That ist auch das kapilläre Gefäß, zu einer geschlossenen Gefässellipse, mit einem eigenen Kreislauf, durch Ergänzung in Gedanken restituirbar, der allein organisch fungirende Theil der Gefäße; und zu dieser seiner Funktion des Zusammenhanges mit den übrigen kapillären Gefäßen gar nicht bedürftig. Da aber jede Funktion

eine Defunktion zur unausbleiblichen Folge hat, so erheischt sie, wenn sie sich aufrecht erhalten soll, einen stetigen Ersatz im graden Verhältnisse zu dem Verbrauch der Stoffe. Wären jedoch die primitiven Blutströmchen, nach Erforderniss ihrer ursprünglichen Anlage, ausser allem Zusammenhange mit den andern Ihresgleichen, zu vollständigen, elementären Kreisläufen ausgebildet worden, so würde sich daraus die Nothwendigkeit ergeben haben, jedem derselben einen eigenen Apparat für Ersatzzufuhr beizugeben. Allein die elementäre Form dieses einen Bestandtheils und seines nothwendigen Anhanges war mit der Form des Organismus, zu dessen Bau derselbe verwendet werden sollte, schlechterdings unvereinbar; und so musste die Natur, indem sie das unabweisbare Bedürfniss nach Ersatz befriedigte, in der ursprünglichen Anlage des Systems von elementären Blutkreisläufen nothwendig eine vereinfachende Formveränderung eintreten lassen. Sie hat daher die primitiven Strömchen in gemeinschaftliche Kanäle gesammelt und endlich auch diese in einem einzigen Strombette vereinigt. Denn nur dadurch wurde es ihr möglich, mit einem einzigen Apparate, für Bereitung und Zufuhr des, den elementären Blutströmchen nothwendigen, Ersatzes auszukommen. Allein da sie das, dem Systeme von elementären Blutkreisläufen zu Grunde liegende, Princip nicht aufgeben konnte, ohne zugleich den damit zu erreichenden Zweck selbst aufzugeben, so hat sie sich auch wieder dazu verstehen müssen, den gesammelten Blutstrom in seine ursprünglichen Elemente aufzulösen und diese letzteren, nachdem sie an betreffender (Pol) Stelle ihrer Aufgabe gerecht geworden sind, neuerdings in einen Strom zu versammeln. Und so stellt sich das System der Blutgefässe, als ein Strombett des allgemeinen Blutkreislaufs, selbst nach der Combination der Stromelemente zu einem anatomisch zusammenhängenden Ganzen, noch in der unverkennbaren Form einer Ellipse, deren Begriff selbst durch die Einschaltung des Pfortader-

systemes keinen Abbruch erleidet, in der That nur als das vereinfachte System kapillärer Gefässellipsen mit ihren eigenen elementären Kreisläufen dar. Die grossen Kurven der kapillären Gefässellipsen verschmolzen, in allmäligen Uebergängen, zu gemeinschaftlichen Hauptstämmen; während die einander diametral entgegengesetzten, kleinen Kurven ihre ursprüngliche Selbständigkeit beibehielten, einschliesslich ihres eigenen, elementären, von einem gemeinsamen, mechanischen Cirkulationscentrum unabhängigen, Kreislaufs; und dieselben repräsentiren noch durch ihre rudimentäre Form die, dem Blutbahnsysteme zu Grunde liegende, Elementarform. Weil aber die Massenhäufung, in Folge der Sammlung der primitiven Blutströmchen zu einem allgemeinen Strom, den letzteren schwerfällig macht, zumal das Plasma, als träger Zwischenkörper der polar bewegten Blutkörperchen, nur durch mechanische Kräfte weiter zu bringen ist, so hat die Natur jedem der beiden, aus der Vereinigung vieler entstandenen Hauptstämme der Blutgefässe noch ein eigenes Druckwerk, als Aushilfsorgan des Kreislaufs, eingefügt, um die nachentstandenen, mechanischen Schwierigkeiten desselben auch auf mechanischem Wege zu überwinden. Wenn auch schlusslich noch die beiden Druckwerke in ein, anscheinend centrales, Organ des Blutkreislaufs zusammenstiessen: was hindert das, hinter dem Scheine der Wirklichkeit, hinter der Form das Wesen zu erblicken?

XIII. Der Blutstrom ist eine galvanische Batterie im Zustande der Schliessung.

Wenn es wahr ist, dass sich die Leistungen der Theile als Leistungen ihres mechanisch zusammengesetzten Ganzen summiren — und anders kann es doch nicht sein — so muss das Blut, als Summe und Inbegriff der rothgefärbten Körperchen auch alle Leistungen derselben in einer Summe in sich vereinigen. Und so ist es auch in der That. Körper, welche in Folge ihrer Berührung polares Verhalten gegen einander zeigen und demselben durch Anziehung und Abstossung Ausdruck geben, heissen elektromotorisch; und ihre Verbindung zu einem mechanischen Ganzen, heisst ein galvanisches Element. Werden mehrere solcher Elemente durch einen, wie es heisst, leitenden Zwischenkörper mit einander verbunden, so gibt das die einfache, galvanische Kette; und mehrere solcher, mit einander in leitender Verbindung stehender, Ketten geben eine galvanische Batterie. Die rothgefärbten Körperchen des Blutes, indem sie zunächst auf einander Anziehung und Abstossung äussern, bezeugen eben dadurch das polare Verhalten ihrer mechanischen Bestandtheile, des Hämatins und des Globulins, welche nothwendig elektromotorische Körper sind und die daraus gefertigten Blutkörperchen galvanische Elemente organischer Natur. Und da der interstitiellen Flüssigkeit, dem Blutplasma, die Erfordernisse und Eigenschaften eines guten Elektrizitätsleiters nicht abgesprochen werden können, so sind die primitiven, von kapillären Gefässchen eingefassten, Blutströmchen in der That einfache galvanische Ketten, aus deren stufenweiser Verbindung zu einem, ununterbrochen zusammenhängenden, Ganzen eine galvanische Batterie erwächst. Der Blutstrom, dessen Leistungen denselben nicht minder, wie seine mechanischen Bestandtheile elektromotorischer Natur, mit einer galvanischen Batterie vollkommen

identificiren, stellt sich allen übrigen Organen, mit denen er alle wesentlichen Merkmale wie z. B. die relative Selbständigkeit, die Selbsterhaltung, das Wachsthum etc. gemeinsam hat, nicht nur allgemein, als ebenbürtig zur Seite; sondern auch insbesondere den Nerven gegenüber, als deren Antagonist, vermöge seiner polar-dynamischen Funktion; und gibt eben dadurch, und im Hinblick auf seine elementäre Grundform, einen nicht zu verachtenden Fingerzeig, wie die funktionelle Verschiedenheit der s. g. sensitiven und motorischen Nerven, mit ihrer centripetalen und centrifugalen Leitung, physiologisch aufzufassen und der Grund dieser Leitungsart in der Art des anatomischen Zusammenhanges zu suchen sein möchte. Allein Untersuchungen und Nachweise in der eben angedeuteten Richtung liegen, wenn auch nicht ausser dem Bereiche dieser Arbeit, also doch ausserhalb der Grenzen dieses Abschnittes der Arbeit, welcher lediglich zum Zwecke hat, die eigenthümliche Natur des Blutkreislaufs zu beleuchten und die Bewegung des Blutes, als die unmittelbare Folge aus dessen polaren Verhältnissen abzuleiten. Und so erübrigt nur noch, die Eigenthümlichkeiten des Blutstromes, welcher, nebenbei bemerkt, einzig und allein allfälligen Konstruktionsversuchen zu einem Perpetuum mobile, so weit ein solches, bei der unvermeidlichen Abnützung der Stoffe und der Unmöglichkeit ihrer Selbstersetzbarkeit, ausführbar sein möchte, zum Muster zu dienen haben würde, mit denen der galvanischen Batterie in eine Parallele zu bringen, und in der Form die Analogie, und in dem Wesen die Identität beider, nachzuweisen.

1) Der Blutstrom wirkt selbst auf die empfindlichsten elektrischen Multiplikatoren nicht; und das eben wird als der Haupteinwand benützt gegen die Annahme elektrischer Ströme innerhalb des Kreislaufs. Indess muss hiebei in Anschlag genommen werden, was der Begriff des Kreislaufs selbst schon nahe legt, dass nämlich der Blutstrom, als galvanische Batterie, sich im Zustande der Schliessung befindet.

Im Zustande der Schliessung befindliche galvanische Batterien zeigen keine Spur von einer elektrischen Strömung; indem der positive Strom von dem negativen Gegenstrom gebunden wird. Nichts destoweniger gelangt doch der polare Gegensatz des Blutstromes in der Charakterverschiedenheit seiner arteriellen und seiner venellen Seite deutlich genug zum Ausdruck, was bei einer künstlichen galvanischen Kette gar nicht der Fall ist.

2) Die künstliche galvanische Kette entwickelt das Spiel polarer Kräfte nur unter freiem Zutritte der atmosphärischen Luft; was den chemischen Prozess der Oxydation zur Folge hat. Sie gibt dieses Spiel in dem Maasse auf, in welchem der freie Luftzutritt und damit auch der chemische Prozess hintangehalten wird. Sie gibt es endlich ganz auf, wenn in Folge absoluten Mangels an Sauerstoff die Oxydation unterbrochen wurde. Sie nimmt es aber wieder auf, sobald durch erneuerten Luftzutritt der chemische Prozess ermöglicht wurde.

Der Blutkreislauf, als unmittelbare Folge der Polspannung zwischen dem Blute und den Nerven, ist gleichfalls an die Bedingung des freien Luftzutrittes gebunden, indem er, innerhalb gewisser Breitengrade mit der Respiration parallel einhergehend, in dem Maasse beeinträchtigt wird, in welchem die Respiration eine Beschränkung erleidet; und hört endlich ganz auf, sobald jene aufgehoben wurde. Nur hebt der Kreislauf nicht in allen Fällen wieder von Neuem an, wenn auch die unterbrochen gewesene Respiration künstlich wieder eingeleitet wird. Das aber hat in den zarten organischen Verhältnissen der Blutkörperchen seinen Grund, welche mittlerweile eine Veränderung erlitten haben und nach Aufhören der Respirationsunterbrechung nicht mehr das sind, was sie noch vor derselben waren.

3) Die Stärke der Polspannung bei der galvanischen Kette hängt ab von der Grösse der Berührungsflächen der Elektromotoren, im Zusammenhange mit der Stärke der

davon abhängigen Oxydation. — In demselben Betreff ist der Blutstrom von denselben Bedingungen abhängig; indem die, die Lebhaftigkeit des Respirationsgeschäftes bedingende, Stärke der Anziehung und Abstossung durch die Vollkommenheit, Grösse und Menge der gefärbten Körperchen im Blute bedingt ist.

4) Der elektrische Strom einer galvanischen Kette ist kein ruhiger und gleichmässiger, sondern ein stossweiser, den Schwingungen der Magnetnadel vergleichbar, und bewirkt daher in seinen Ausläufern, den Polen, ein Zittern durch Zu- und Abnahme der Polstärke; und welches Zittern füglich das Pulsiren des elektrischen Stromes kann genannt und mit den Momenten des Herzschlages, mit der Systole und der Diastole, verglichen werden. Eine fernere Eigenthümlichkeit des elektrischen Stromes besteht in dem periodischen Wechsel, welcher, in Bezug auf die Spannungsgrösse, zwischen seinen Polen Statt findet und mit dem periodischen Standwechsel der Inklination der Magnetnadel genau übereinkommt. Diese letztere tritt um so auffallender hervor, je räumlich weiter die Magnetpole von einander abstehen. Der Grund dieser Erscheinung ist ein kosmisch-tellurischer; entspringt aus dem Verhältniss der, zwischen den Weltkörpern bestehenden Polspannung, und ist derselbe, welchen auch die Fluth und Ebbe des Meeres für den ihrigen anerkennt.

Bei dem Blutstrome, dessen Verhältnisse mit denen der Nerven der Form nach analog, dem Wesen nach aber identisch sind, und welcher eine, aus beweglichen Elementen beweglich zusammengesetzte und in beständiger Bewegung befindliche galvanische Batterie ist, — was eben seine unerreichbaren Vorzüge vor der, aus starren Gebilden unbeweglich zusammengesetzten ausmacht — kann, in sofern sich derselbe im Zustande der Schliessung befindet, der zwischen seinen Polen bestehende Wechsel, in Bezug auf die Zu- und Abnahme der Polstärke, nicht anders zur Gel-

tung kommen, als nur durch ein Hin- und Herfliessen seiner Massen, von der arteriellen auf die venelle und von der venellen wieder auf die arterielle Seite. Und das eben begründet jene Erscheinungsweise des Kreislaufs, welche unter dem Namen des Typus der Cirkulation des Näheren schon besprochen wurde. Selbstverständlich aber wird der Typus der Cirkulation um so deutlicher zum Vorschein kommen müssen, je weiter sich die, mit ihren Spannungsgrössen ursprünglich zu einander proportionirten, gleichnamigen Pole des Blutes und der Nerven von der Parallele ihres antagonistischen Verhaltens entfernt haben.

5) Der elektrische Strom der galvanischen Kette erhält sich auf Unkosten ihrer Elemente, insofern dieselben dabei der Oxydation unterliegen. Seine Stärke hängt ab, einerseits von der Grösse der Berührungsflächen der Elektromotoren, andererseits von der Grösse des Gegensatzes zwischen den Elektromotoren; und derselbe bewirkt in dem graden Verhältnisse dazu, je nach Umständen, sowohl Trennungen chemischer Verbindungen, als auch Verbindungen von einander getrennter chemischer Elemente.

Unter den nämlichen Bedingungen steht der, mit dem galvanischen identische, Blutstrom und liefert auch die nämlichen Ergebnisse. Allein die Bestandtheile seiner besondern Elemente, der rothgefärbten Blutkörperchen, nämlich das Hämatin und das Globulin bilden, als Elektromotoren, jedes für sich zusammengesetzte Gruppen elementärer Stoffe nach Analogie einer fünffachen Metalllegirung, oder einer Composition von fünf verschiedenen Metallen; was ihnen die, allen Legirungen eigene, Fähigkeit verleiht dem Angriffe des Sauerstoffs einen bedeutenden Widerstand entgegenzusetzen. Aber die Widerstandsfähigkeit der elektromotorischen Bestandtheile der Blutkörperchen einerseits, und das, aus ihrer Berührung sich ergebende, Verhältniss der polaren Spannung andererseits verhindern die sonst allgemein zersetzende Einwirkung des Sauerstoffs auf dieselben;

indem sie denselben nöthigen, seinen Angriff, nicht auf die einzelnen Elemente insbesondere zu richten, sondern auf die Gruppe im Allgemeinen, wie sie der Elektromotor in sich zusammenfasst. Und eben hierin findet der Umstand seine Erklärung, dass die, in dem Blutstrome der Oxydation unterliegenden, Stoffe bei ihrer Ausscheidung aus dem Organismus nicht alle vollkommen verbrannt erscheinen. Das in Folge des elektrischen Stromes im Blute, auf Unkosten der ihn erregenden Elemente, sich bildende und insofern unvollkommene Oxyd, als nicht alle darin vorkommenden Stoffe vollkommen verbrannt sind, unterliegt sogleich seinem elektrolytischen Einflusse, indem es, als chemisch zusammengesetzte Einheit, nach dem elektrischen Gegensatze von + und — in die elektropositive Galle und den elektronegativen Harn wieder zerfällt wird. Demnach ist der Blutstrom selbst die Bereitungsstätte dieser exkrementitiellen Stoffe; und daher sind auch ihre Spuren im Blute jederzeit anzutreffen; in auffallender Weise aber nur die Spuren desjenigen exkrementitiellen Stoffes, dessen Colatorium seine ausscheidende Funktion beschränkt oder aufgegeben hat. Als Beleg für die Elektrolyse des Blutkörperchenoxydes, innerhalb des Kreislaufs, kann der Umstand dienen, dass die stöchiometrischen Werthe, nämlich der der Galle und der des Harnes zusammen addirt, den stöchiometrischen Werth des Blutes wiedergeben (Berzelius).

Und so unterstehen alle Stoffe, welche in den Blutkreislauf gelangen dem Einflusse seiner elektrischen Ströme; und die Prozesse, in welche diese Stoffe hineingezogen werden, sind, je nach Umständen, entweder chemisch-synthetische — Oxydation —; oder elektrolytische — Reduction. — Und diese, insbesondere aber die letztere, machen es nun begreiflich, wie sich der thierische Organismus, auch ohne die Möglichkeit, auf chemischem Wege Reductionen vorzunehmen, doch Stoffe verschafft, die in andern Verbindungen, als die, wie er sie brauchen kann, in den Kreislauf seines

Blutes gelangen. — Eben darum kann dem Organismus die entfernte Möglichkeit wenigstens nicht unbedingt abgesprochen werden, bei einigem Fonde an eigenen Mitteln, auch chemisch einfache Stoffe und deren anorganische Verbindungen, wie z. B. das Arot, die Kohlensäure, das Ammoniak etc. für die Zwecke seiner Vegetation zu verwenden.

6) Wird endlich der Kreis des elektrischen Stromes durch einen schlechten Leiter geschlossen, so tritt an dem letzteren die Erscheinung der Wärme auf, in einem Grade, welcher zu dem des Leitungswiderstandes in dem graden Verhältnisse steht. Auf diesem Verhältnisse beruht die Erscheinung der thierischen Eigenwärme, wovon (oben unter VIII.) andeutend schon die Rede war. Die Blutkörperchen sind die Leiter ihres eigenerregten, elektrischen Stromes und sind, nach der Regel, in dem Maasse schlechte Leiter, in welchem sie gute Elektrizitäts-Erreger sind. Die Mächtigkeit der Erregung hängt ab, wie schon oft bemerkt wurde, von der Grösse des Erregers; die Grösse des letzteren in dem Blutstrome aber wird bestimmt durch die Zahl der Blutkörperchen, welche sich auf der Querschnittsfläche eines Blutgefässes finden. Mit der Verjüngung der Gefässe, in Folge ihrer Verzweigung, nimmt auch die Fläche ihres Querschnittes ab, und damit auch, in dem graden Verhältnisse, der Widerstand der Leitung zu, welcher in den kapillären Gefässen seinen Höhepunkt erreicht, wo auch die Erscheinung der Wärme den ihrigen hat.

Damit haben nun die oben aufgestellten Fragen, nämlich die, nach der besondern Art der organischen Verbrennung und die, nach den Bedingungen, welche den specifischen von Wärmeerscheinung begleiteten Erregungszustand des Blutes auf immer gleicher Höhe zur Folge haben, ihre Erledigung gefunden.

Und so hat schlüsslich nur noch der Befund über den Stand der organischen Mittel für Hervorrufung der Wärmeerscheinung mit dem Befunde des örtlichen Wärmestandes

im thierischen Organismus und namentlich der örtlichen Blutwärme, verglichen zu werden. Bischoff und v. Liebig wollen in neuerer Zeit das Blut in der rechten Herzkammer und in der untern Hohlvene wärmer gefunden haben, als das, in der linken Herzkammer und der Aorta. Dieser Befund erklärt sich einfach aus dem Zufluss des relativ-wärmsten Blutes aus der Lebervene. Warum aber die Temperatur des Lebervenenblutes den relativ-höchsten Stand erreiche, beantwortet sich aus dem Umstande, dass die kapillären Gefässe, wo der Leitungswiderstand für den elektrischen Strom relativ am höchsten steigt, wegen ihrer dichten Zusammendrängung in der Leber, dem Blute weder Zeit noch Gelegenheit zu seiner Abkühlung lassen.

Aus demselben Gesichtspunkte lösen sich alle Räthsel, welche in Bezug auf den örtlichen Stand der Bluttemperatur auftauchen können, namentlich auch das, einer älteren Zeit: warum nämlich das Blut des rechten Vorhofes, wenn gleich nur um einige Bruchtheile eines Grades, doch schon wärmer sei, als das der Hohlvenen.

Koziel, Julius Traugott

Das Blutleben auf mathematisch-physikalische Gesetze zurückgeführt

Erlangen 1861

Anat. 248 kt

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10368727-7